ISSN 0022-4847

台灣農業研究

第五十八卷　　第四期

研究報告

芒果種原親緣關係之研究
李文立、邱國棟、翁一司 243
以 RAPD 技術進行白及種原之遺傳歧異度分析
曹進義、許絨誌、闕甫伈、陳威臣、夏奇鈮 254
乳化大豆油對棉蚜 (同翅目：常蚜科) 之致死效果
余志儒 265
貯藏溫度對‘台農 17 號’鳳梨果實內部褐化之研究
薛百祺、唐佳惠、官青杉、李堂察 273
水稻香米品種台農 74 號之育成
陳隆澤、羅正宗、陳榮坤、陳一心、黃守宏、鄭清煥 283
利用台灣金線連無菌播種根莖誘導多倍體研究
夏奇鈮、黃健亶、陳威臣、曹進義、梁淑惠、蔡新聲 302

研究簡報

西瓜表現序列標幟衍生微衛星標誌之開發與探討
陳哲仁、古新梅、王昭月、吳明哲 310
台農花梅 1 號–‘純香’的選育
溫英杰、張靜誼、劉玉花 316

中華民國九十八年十二月
行政院農業委員會農業試驗所出版
中華民國 台灣 台中縣 霧峰鄉

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 58(4):243–253 (2009)

芒果種原親緣關係之研究 [1]

李文立[2] 邱國棟[2,4] 翁一司[3]

摘 要

李文立、邱國棟、翁一司。2009。芒果種原親緣關係之研究。台灣農業研究 58:243–253。

本文以逢機擴大多型性 DNA (RAPD) 進行芒果種原間的遺傳相關性分析，利用 200 條逢機引子對鳳山分所收集之 40 個芒果品種 (系) 進行分析，結果顯示在這些引子中有 22 個引子所產生之條帶具有品種間多型性，且有高重複性。所有參試品種 (系) 無法僅利用一個引子來區分，需要組合數個引子才可區分個別品種 (系)。綜合各引子所產生條帶之叢群分析結果顯示，40 個供試品種 (系) 可以分為 3 群，各群相似度介於 53.3 至 88.1%之間，平均值為 70.3%。其中親緣最相似的是 E10-1 和玉文 6 號，其相似度為 88.1%。差異最大的為香樣和 Vanary 品種之相似度僅 53.3%，而 Dasheri 和香樣 2 品種與其他群之相似度低，顯示此 2 品種與其他品種之親緣關係較遠。

關鍵詞：遺傳變異、芒果、逢機擴大多型性 DNA。

前 言

台灣的芒果 (*Mangifera indica* L.) 栽培，早期以在來種 (柴樣、香樣、肉樣及柿果樣) 為主，直到 1954 年才由前農復會從美國引進愛文 (Irwin)、海頓 (Haden)、吉祿 (Zill)、凱特 (Keitt) 及肯特 (Kent) 等品種，其中愛文、海頓、凱特等品種因產量高、果型大、品質佳，於 1960 年在台灣南部推廣後，逐漸成為主要栽培品種。1967 年至 1970 年間鳳山分所分別自東南亞引進 30 多個品種，區域試種結果顯示多數品種不適應台灣氣候條件，其中，以大益利 (Dasheri)、寶貝 (Pope)、阿蘋 (Ahping)、愛德華 (Edward)、肯生 (Kensington)、萬利 (Vanary)、拔卡南 (Buchanan) 及聖心 (Sensation) 等品種適應性較佳，並推廣農戶種植 (Chen 1991)。在 1969 年以前，台灣芒果的育種工作仍以引進國外優良品種試種推廣為主，並未進行育種工作。1970 年起，由農業試驗所鳳山分所進行自然雜交與實生選拔等育種工作，經多年的選育及試作，選出‘台農 1 號’及‘台農 2 號’，於 1985 年正式命名推廣 (Chen 1991)。其中台農 1 號品種因其具有芳香濃郁的香氣，被稱為「香水芒果」，受到消費者喜愛。1976 年間在高雄縣六龜鄉產地果園中，由果農黃金煌先生發現優良的實生品系「金煌」，其果實碩大、產量豐、甜

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2373 號。接受日期：98 年 10 月 8 日。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系副研究員兼系主任、助理研究員。台灣 高雄縣 鳳山市。
3. 經濟部標準檢驗局高雄分局技士。台灣 高雄市。
4. 通訊作者，電子郵件：kuodung@fthes-tari.gov.tw；傳真機：(07)7315590。

度高，於 1980 年逐步推廣種植，也在國內佔有一席之地。目前依據農委會統計資料，台灣芒果的栽培面積廣達 18,090 ha (COA 2008)，主要栽培品種有在來種、愛文、金煌、凱特、聖心及台農 1 號等，這些品種中在來種的風味佳，但果實小、種子大、纖維多，而愛文品種對炭疽病抗病性弱、提早採收品質不佳，金煌及凱特太晚採收容易發生果實劣變。若能改善現有栽培品種的缺點，增加品種的多樣性，是果樹育種者重要的工作目標。

除了實生選種，芒果的育種工作，常採行雜交育種方式，印度農業研究所自 1959 至 1961 年，利用人工雜交方法，雜交了 26,911 朵雜交花，共獲得 750 株 F1 雜交個體，經多年篩選，僅育成 New Delhi 一品種，雜交率甚低，其結實率僅 3% (Mukherjee *et al.* 1968)，不易獲得成果。因此，以單胚型優良品種放任自然授粉，進行實生後代選育為芒果新品種選育較有效的方法，然而此品種選育方法卻因為開放授粉，使所育成品種的父本不明確，往往需要進一步確認，造成困擾。由於芒果的幼年性長 (約 3–6 年)，實生後代從播種至開花結果，至少須 4–5 年才能初步選拔，所需育種年限長，因此迫切需要發展可早期選拔的方法 (pre selection method)，以期能在早期篩選雜交後代，建立芒果品種 DNA 增幅指紋資料庫，進行各個種原間的親緣關係評估及發展品種特異性分子標誌，將可鑑別實生苗親本來源，以縮短芒果育種年限或提高育種效率。本研究以鳳山分所歷年來蒐集之重要芒果種原為研究材料，進行各芒果品種間的親緣關係分析，藉由分子標誌與形態差異評估所蒐集種原之相似度，建立各品種之基本資料供雜交育種工作之參考。

材料與方法

供試植物材料

試驗所使用之芒果品種均取樣自農業試驗所鳳山分所芒果品種保存園，計有 Hing Tong、Chok-Anan、柴檨 (Tsar-Swain)、香檨 (Pung-Swain)、肉檨 (Va-Swain)、柿果 (Shih-Go)、Dasheri、Aroemanis、Carabao、Slal、Irwin、Buchanan、Ahping、Pope、Haden、Vanary、Lippens、Tommy Atkins、Zill、Sensation、金煌 (Jin-Hwung)、Manalagi、Edward、大黃芒 (Da-Hung-Man)、Tong Dam、Cat、Langra、White、Tuong、Golek、台農 1 號 (Tainung No.1)、Keitt、Nimrod、Rad、Kent、Kensington、Maya、玉文 6 號 (Yu-Win No.6)、E10-1、Osteen 等 40 個品種 (系) (表 1、圖 1)。

種原特性調查

調查項目包括：果實形狀、果皮顏色、果重、果長、果寬、可溶性固形物、可滴定酸含量、種子重量及胚性等。

DNA 萃取

取芒果植株嫩葉 0.15 g，加適量液態氮於研缽中磨碎後加入等體積 PVPP (polyvinylpolypyrrolidone)，以 1 mL 萃取液 [10 mM Tris-HCl pH 8.5, 10 mM NaCl, 80 mM Na_2EDTA, 0.1% (v/v) 2-mercaptoethanol, 2% (w/v) sodium sarkosyl]，仔細研磨後置於 65℃ 水浴 10 分鐘，然後以 12,000 rpm 離心 10 分鐘，取上清液並加入 5 μL RNase A (5 mg/mL) 保持在 37℃ 20 分鐘去除 RNA，再加入 600 μL 酚/氯仿 (pheno/chloroform) 混合液上下振盪混合去除蛋白質，離心後取上清液加入 0.6 倍體積的異丙醇 (isopropanol)，在室溫下進行 DNA 沉降至少 20 分鐘後離心去除異丙醇，加入 70% 酒精 500 μL 洗滌管壁 2 次，倒置離心管，風乾後加入適量的 1× TE 溶液 (10 mM Tris-HCl, pH 8.3, 1 mM Na_2EDTA) 並使 DNA 完全溶解，儲存於-20℃ 備用 (Lee *et al.* 2007)。

PCR 條件

聚合酵素連鎖反應溶液為 1× PCR 緩衝液 [10 mM Tris-HCl pH 8.3 at 25℃, 50 mM KCl,

表 1. 本研究所使用之芒果品種（系）及其來源

Table 1. The name and origin of mango cultivars (or lines) used in the study

No.	Cultivar or line	Origin	Accession number	No.	Cultivar or line	Origin	Accession number
1	Hing Tong	Thailand	TARI-F-I90-01	21	Jin-Hwung	Taiwan	TARI-F-I90-21
2	Chok-Anan	Thailand	TARI-F-I90-02	22	Manalagi	Indonesia	TARI-F-I90-22
3	Tsar-Swain	Southeast Asia	TARI-F-I90-03	23	Edward	Hawaii	TARI-F-I90-23
4	Pung-Swain	Southeast Asia	TARI-F-I90-04	24	Da-Hung-Man	Taiwan	TARI-F-I90-24
5	Va-Swain	Southeast Asia	TARI-F-I90-05	25	Tong Dam	Thailand	TARI-F-I90-25
6	Shih-Go	Southeast Asia	TARI-F-I90-06	26	Cat	Vietnam	TARI-F-I90-26
7	Dasheri	Hawaii	TARI-F-I90-07	27	Langra	USA	TARI-F-I90-27
8	Aroemanis	Indonesia	TARI-F-I90-08	28	White	India	TARI-F-I90-28
9	Carabao	Philippines	TARI-F-I90-09	29	Tuong	Vietnam	TARI-F-I90-29
10	Slal	Southeast Asia	TARI-F-I90-10	30	Golek	Indonesia	TARI-F-I90-30
11	Irwin	Florida	TARI-F-I90-11	31	Tainong No.1	Taiwan	TARI-F-I90-31
12	Buchanan	Hawaii	TARI-F-I90-12	32	Keitt	Florida	TARI-F-I90-32
13	Ahping	Hawaii	TARI-F-I90-13	33	Nimrod	Israel	TARI-F-I90-33
14	Pope	Hawaii	TARI-F-I90-14	34	Rad	Thailand	TARI-F-I90-34
15	Haden	Florida	TARI-F-I90-15	35	Kent	Florida	TARI-F-I90-35
16	Vanary	Hawaii	TARI-F-I90-16	36	Kensington	Hawaii	TARI-F-I90-36
17	Lippens	Costa Rica	TARI-F-I90-17	37	Maya	Israel	TARI-F-I90-37
18	Tommy Atkins	Florida	TARI-F-I90-18	38	Yu-Win No.6	Taiwan	TARI-F-I90-38
19	Zill	Florida	TARI-F-I90-19	39	E10-1	Taiwan	TARI-F-I90-39
20	Sensation	Hawaii	TARI-F-I90-20	40	Osteen	USA	TARI-F-I90-40

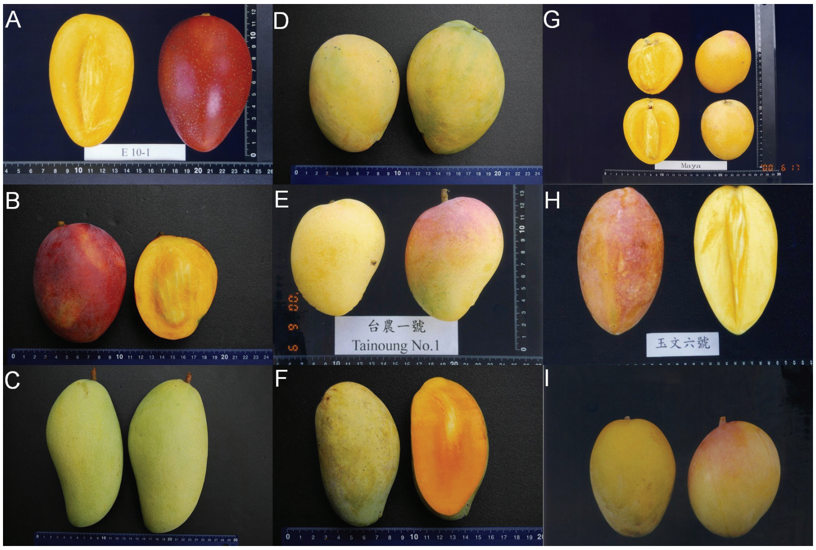

圖 1. 本研究中部分參試芒果品種之果實形狀與顏色。A：E10-1；B：聖心；C：金煌；D：愛德華；E：台農1 號；F：香檨；G：瑪雅；H：玉文 6 號；I：凱特。

Fig. 1. The picture of some mango used in the study.　Note different in fruit shape and color among these samples. A: E10-1; B: Sensation; C: Jin-Hwung; D: Edward; E: Tainung No.1; F: Pung-Swain; G: Maya; H: Yu-Win NO.6; I: Keitt.

1.5 mM $MgCl_2$, 0.1% (w/v) Triton X-100]，dATP、dCTP、dGTP 及 dTTP 各 200 μM。引子 (primer) 濃度為 2.5 μM，芒果基因組 DNA 50 ng，0.5 U DNA polymerase (*Thermus brockianus*, Life Co.)，總反應體積為 25 μL，所有溶液混合後，覆蓋上 50 μL 礦物油 (Sigma mineral oil M3516)，置於 PCR 儀 (ABI 2400) 進行反應。

聚合酵素連鎖反應程式設定為 95℃，30 秒、42℃，60 秒、72℃，90 秒，總共進行 40 次循環，最後以 72℃，600 秒使反應完全。反應結束後加入 2.5 μL 的 10× sample loading dye [1.0 mM EDTA-Na_2, 0.4% bromophenol blue (w/v), 0.4% Xylene cyanol (w/v), 50% glycerol] 混合後，在 1.5%的瓊脂膠中進行電泳分析，再以 ethidium bromide 染色，在 UV 燈下觀察並照相記錄。

逢機引子篩選

篩選 200 組逢機引子 (Operon f, g, h, y, aa 及 UBC kit 1)，從其中選出具有品種間多型性及重覆性較佳之 22 條引子進行結果分析。

資料分析

DNA 條帶圖譜依該條帶出現記為 1，未出現記為 0 的方式建立二維矩陣並依 Jaccard (1901) 所提之相似度計算公式計算各族群間的相似度，公式如下：Sm = N11/(N − N00)，Sm 為相似度，N11 為兩親本共有之條帶，N 為總條帶數，N00 為兩親本都沒有的條帶數。叢群分析 (cluster analysis) 則利用 NTSYS 軟體計算各族群間的相似度並依 UPGMA 法統計兩兩族群間的遺傳距離並繪製成親緣關係樹狀圖 (dendrogram)。

結 果

品種特性

芒果親緣關係及分類，若依據葉片、果實及胚等性狀可將其分為「Indian type」和「Indo-Chinese type」。一般 Indian type 品種，種子多數為單胚性，果形較圓，果皮較鮮豔 (紅、紫、黃色)，果肉多具特殊香味；Indo-Chinese type 品種，種子大都多數為多胚性，果形常為長形且扁平，果皮顏色顏色通常為綠或黃綠色，果肉芳香無異味 (Crane *et al*. 1997; Iyer & Degani 1997)。本試驗供參試之 40 種芒果品種，皆為本分所芒果種原所保存收集，其中單胚性品種共 23 種、多胚性品種有 17 種 (表 2)。單胚性品種除 Lippens、Manalagi、Nimrod、Maya 等之外，其餘皆從美國引進，這些品種均源自印度品種或其實生後代選育獲得；多胚性品種多數從菲律賓、印尼、泰國及越南等地引進。

本研究參試品種中，柴檨、香檨、肉檨、柿果檨等 4 個品種，皆為西元 1562 年由南洋或華南地區引進 (Chen 1991)，一般統稱「在來種」芒果，這些品種果形長形且扁平、果肉纖維粗、具有濃郁香味、種子大、多胚性、果皮為黃綠色，從其形態上分類則屬於 Indo-Chinese type。Aremanis、Carabao、White 等品種為西元 1912 年由南洋地區引進 (Chen 1991)，這些品種果形長形、香味濃郁、多胚性、果皮為黃綠色，從其形態上分類較偏向 Indo-Chinese type。1954 年自美國佛羅里達洲引進的愛文 (Irwin)、海頓 (Haden)、吉祿 (Zill)、肯特 (Kent)、凱特 (Keitt) 和 1967 年自夏威夷等地引進的 Dasheri、Ahping、Edward、Buchanan、Pope、Kensington、Vanary、Sensation 等品種 (Chen 1991)，種子均為單胚性，果形較圓，果皮顏色也較鮮豔 (紅或橙紅色)，果肉多具特殊香味，其形態分類上偏向 Indian type。Hing Tong、Chok-Anan、Tong Dam、Rad 等品種則是由泰國引進，果形長形、種子多胚性、果皮為黃綠色，其形態上分類則較屬 Indo-Chinese type。Lippen 引自哥斯大黎加、Tommy Atkins、Langra 和 Osteen 自美國引進，這些品種種子均為單胚性，果形較圓，果

表 2. 不同芒果品種（系）果實型態調查表

Table 2. Phenotypes of mangos fruit in different cultivars or lines

Cultivar or line	Fruit shape	Skin color of ripe fruit	Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit width (cm)	Total Soluble solid (°Brix)	Acidity (%)	Seed weight/ Fruit weight(%)	Embryo type
Hing Tong	Elliptic	Yellow and red	100	7.7	5.2	16.9	0.25	20.4	Polyembryonic
Chok-Anan	Elliptic	Yellow	313	11.9	7.5	18.5	0.19	9.5	Polyembryonic
Tsar-Swain	Elliptic	Yellow green	151	9.1	5.7	14.3	0.20	25.9	Polyembryonic
Pung-Swain	Oblong	Yellow green	140	9.1	5.2	12.8	0.12	17.3	Polyembryonic
Va-Swain	Elliptic	Yellow green	80	6.9	4.9	13.8	0.27	22.9	Polyembryonic
Shih-Go	Elliptic	Yellow green	294	9.8	7.5	17.4	0.07	10.7	Polyembryonic
Dasheri	Elliptic	Yellow green	151	8.3	5.7	16.8	0.07	17.4	Monoembryonic
Aroemanis	Elliptic	Green	408	11.9	8.6	14.1	0.08	9.6	Polyembryonic
Carabao	Elliptic	Yellow	236	10.9	6.7	16.0	0.19	11.1	Polyembryonic
Slal	Roundish	Yellow green	228	8.7	7.1	19.5	0.10	15.8	Polyembryonic
Irwin	Elliptic	Orange red	343	10.0	7.8	12.5	0.24	8.8	Monoembryonic
Buchanan	Roundish	Orange and red	402	10.2	8.7	16.2	0.18	8.4	Monoembryonic
Ahping	Roundish	Orange and red	363	10.4	8.7	19.1	0.13	6.7	Monoembryonic
Pope	Roundish	Orange and red	282	8.7	7.8	16.3	0.12	9.4	Monoembryonic
Haden	Roundish	Yellow and red	283	8.2	7.6	15.4	0.20	10.2	Monoembryonic
Vanary	Roundish	Yellow and red	665	11.8	10.5	17.1	0.37	7.6	Monoembryonic
Lippens	Roundish	Yellow and red	260	8.9	7.4	20.4	0.12	11.1	Monoembryonic
Tommy Atkins	Roundish	Orange and purple	344	9.1	8.5	16.7	0.15	9.0	Monoembryonic
Zill	Roundish	Yellow and red	253	8.6	7.8	19.5	0.12	11.0	Polyembryonic
Sensation	Elliptic	Yellow and red	341	9.9	8.2	14.8	0.20	15.9	Monoembryonic
Jin-Hwang	Oblong	Yellow	946	19.0	10.0	15.7	0.13	6.4	Monoembryonic
Manalagi	Elliptic	Green and yellow	282	10.2	7.0	18.3	0.07	10.4	Monoembryonic
Edward	Roundish	Yellow orange	387	9.8	8.4	16.6	0.21	10.2	Monoembryonic
Da-Hung-Man	Elliptic	Yellow green	1155	16.5	12.0	14.1	0.18	4.5	Monoembryonic
Tong Dam	Oblong	Yellow	364	12.6	7.1	17.0	0.15	11.2	Polyembryonic
Cat	Elliptic	Yellow and green	614	14.0	9.2	17.1	0.16	8.1	Polyembryonic
Langra	Roundish	Yellow	322	9.5	7.9	18.3	0.15	10.9	Monoembryonic
White	Oblong	Yellow	442	18.6	7.0	17.0	0.10	11.7	Polyembryonic
Tuong	Roundish	Green and yellow	548	15.2	8.7	14.6	0.07	7.9	Polyembryonic
Golek	Oblong	Yellow and green	525	16.5	7.9	18.6	0.12	9.6	Polyembryonic
Tainong No.1	Elliptic	Yellow and red	216	9.4	7.0	16.9	0.23	16.4	Monoembryonic
Keitt	Elliptic	Yellow and red	718	12.8	10.3	14.4	0.34	7.6	Monoembryonic
Nimrod	Roundish	Orange and red	338	8.1	9.5	16.9	0.11	13.5	Monoembryonic
Rad	Elliptic	Yellow and red	329	12.4	7.3	18.8	0.10	14.8	Polyembryonic
Kent	Elliptic	Orange red	690	11.8	10.6	16.7	0.52	9.0	Monoembryonic
Kensington	Roundish	Yellow and red	345	9.7	8.5	14.8	0.14	12.4	Polyembryonic
Maya	Roundish	Yellow and red	274	7.6	8.3	19.3	0.12	11.4	Monoembryonic
Yu-Win No.6	Oblong	Orange red	782	15.8	9.9	16.2	0.29	5.7	Monoembryonic
E10-1	Elliptic	Red	231	9.6	6.7	15.3	0.18	12.8	Monoembryonic
Osteen	Roundish	Orange red	480	12.2	9.0	16.5	0.17	4.8	Monoembryonic

應條件並確定芒果的反應條件如下：95℃，30 秒、42℃，60 秒、72℃，90 秒，總共進行 40 次循環，最後以 72℃，600 秒使反應完全。當溫度低於 42℃且在 37℃以上時，所產生的條帶數目較多但是其專一性較差，重複性低，此結果與 Lee (1997) 在百合親緣之研究結果相似。

本研究中篩檢包含 Operon 及 UBC 等兩個不同商業引子套組共 200 組。其中具有良好再顯性及重複性的引子共有 22 個 (表 3)，針對所列引子中具有較良好的區分效果之引子包含有 UBC54，UBC70 及 UBC89 等引子，所複製的 DNA 條帶經染色後在紫外光照射下具穩定且清晰的呈現，經重複試驗 3 次其再現性良好，在本研究的實驗條件下這些引子所產生之引子條帶大小介於 200 至 2000 bp 之間，平均產生的條帶數為 13 個條帶，品種間擁有共同條帶之情形普遍，若要依靠單一條帶作為個別品種之鑑別標誌較難達成，需要利用數個引子分別進行 PCR 擴增其條帶後進行組合分析後才得以對各別品種進行鑑別。

親緣關係分析

透過 RAPD 技術對個別芒果品種產生條帶差異進行比較分析，各芒果品種間的遺傳相似度介於 53.3 至 88.1%之間 (表 4)，平均值為 70.3%。其中 DNA 條帶型態最相似的為 E10-1

表 3. 本試驗中具多型性、重複性佳之參試引子序列及其產生條帶

Table 3. Diversity analysis of the primer used in this study

Primer	Sequence	No. of amplified bands	No. of polymorphic bands	Percentage of polymorphic bands
OPE-11	GAGTCTCAGG	6	6	100
OPE-14	TGCGGCTGAG	3	3	100
OPE-18	GGACTGCAGA	4	4	100
OPF-1	ACGGATCCTG	8	8	100
OPF-2	GAGGATCCCT	7	7	100
OPH-13	GACGCCACAC	4	4	100
OPH-18	GAATCGGCCA	7	7	100
OPG-18	GGCTCATGTG	5	5	100
OPG-19	GTCAGGGCAA	2	2	100
UBC-12	CCTGGGTCCA	5	3	60
UBC-13	CCTGGGTGGA	4	4	100
UBC-54	GTCCCAGAGC	11	9	81.8
UBC-70	GGGCACGCGA	8	8	100
UBC-76	GAGCACCAGT	4	4	100
UBC-81	GAGCACGGGG	2	2	100
UBC-89	GGGGGCTTGG	7	7	100
UBC-101	GCGGCTGGAG	4	4	100
UBC-104	GGGCAATGAT	9	4	44.4
UBC-105	CTCGGGTGGG	10	8	80
UBC-106	CGTCTGCCCG	4	4	100
UBC-111	AGTAGACGGG	9	6	66.7
UBC-120	GAATTTCCCC	9	9	100
UBC-122	GTAGACGAGC	13	13	100
UBC-125	GCGGTTGAGG	6	5	83.3
Total		151	136	92.3

表 4. 40 個芒果品種彼此間之相似值 (%)

Table 4. Similarity matrix (%) of 40 mango genotypes

Cultivar name[z]	HT	CA	TS	PS	VS	SG	Da	Ar	Ca	Sl	Ir	Bu	Ah	Po	Ha	Va	Li	TA	Zi	Se	JH	Ma	Ed	DH	TD	Cat	La	Wh	Tu	Go	TN1	Ke	Ni	Rad	Kent	Ken	Maya	YW6	E10-1	Os
HT	100.0																																							
CA	68.9	100.0																																						
TS	71.1	69.6	100.0																																					
PS	60.0	57.0	68.1	100.0																																				
VS	68.1	66.7	76.3	68.1	100.0																																			
SG	70.4	63.0	84.4	79.3	74.1	100.0																																		
Da	70.4	63.0	69.6	63.0	66.7	67.4	100.0																																	
Ar	68.1	68.1	76.3	62.2	71.9	72.6	69.6	100.0																																
Ca	74.1	75.6	64.4	62.2	63.0	66.7	63.7	64.4	100.0																															
Sl	75.6	69.6	71.9	66.7	65.9	72.6	68.1	76.3	71.9	100.0																														
Ir	59.3	59.3	65.9	59.3	64.4	63.7	60.7	63.0	64.4	67.4	100.0																													
Bu	66.7	63.7	68.9	56.3	63.0	68.1	65.2	70.4	64.4	71.9	73.3	100.0																												
Ah	63.0	60.0	66.7	60.0	68.1	65.9	64.4	65.2	63.7	65.2	77.0	72.6	100.0																											
Po	61.5	63.0	66.7	55.6	62.2	65.9	57.0	66.7	63.7	71.1	71.1	74.1	67.4	100.0																										
Ha	63.0	58.5	68.1	57.0	66.7	65.9	61.5	66.7	60.7	68.1	81.5	78.5	74.8	73.3	100.0																									
Va	65.2	68.1	65.9	53.3	65.9	63.7	63.7	67.4	67.4	64.4	68.9	79.3	75.6	74.1	69.6	100.0																								
Li	63.7	66.7	71.9	62.2	67.4	69.6	66.7	70.4	68.9	68.9	79.3	79.3	71.1	72.6	80.0	76.3	100.0																							
TA	62.2	57.8	65.9	60.7	61.5	60.7	62.2	65.9	64.4	68.9	77.8	77.8	74.1	68.1	80.0	70.4	74.8	100.0																						
Zi	67.4	65.9	66.7	67.4	69.6	64.4	63.0	68.1	69.6	71.1	77.0	66.7	70.4	67.4	74.8	62.2	74.1	75.6	100.0																					
Se	67.4	61.5	68.1	64.4	66.7	64.4	61.5	65.2	65.2	69.6	75.6	78.5	73.3	65.9	76.3	71.1	75.6	78.5	79.3	100.0																				
JH	69.6	59.3	64.4	65.2	67.4	63.7	62.2	61.5	65.9	70.4	65.9	63.0	69.6	57.8	69.6	57.0	68.9	65.9	66.7	65.2	100.0																			
Ma	71.1	63.7	73.3	66.7	67.4	68.1	60.7	67.4	63.0	68.9	63.0	60.0	63.7	62.2	63.7	58.5	64.4	63.0	69.6	66.7	67.4	100.0																		
Ed	69.6	68.1	74.8	66.7	71.9	74.1	60.7	68.9	65.9	68.9	73.3	73.3	72.6	69.6	78.5	67.4	77.8	71.9	80.0	80.0	70.4	71.9	100.0																	
DH	65.2	66.7	63.0	65.2	61.5	60.7	59.3	64.4	68.9	70.4	61.5	58.5	62.2	60.7	59.3	61.5	70.4	60.0	65.2	59.3	74.8	68.9	61.5	100.0																
TD	71.9	68.9	74.1	63.0	66.7	67.4	65.9	68.1	66.7	72.6	65.2	65.2	61.5	60.0	67.4	59.3	72.6	62.2	70.4	67.4	72.6	69.6	72.6	68.1	100.0															
Cat	68.1	74.1	76.3	63.7	70.4	71.1	63.7	68.9	68.9	67.4	60.0	58.5	59.3	59.3	59.3	60.0	67.4	60.0	65.2	63.7	68.9	67.4	73.3	67.4	75.6	100.0														
La	71.1	68.1	73.3	69.6	70.4	71.1	69.6	71.9	70.4	79.3	70.4	68.9	68.1	68.1	71.1	67.4	77.8	68.9	72.6	69.6	70.4	68.9	73.3	70.4	77.0	73.3	100.0													
Wh	69.6	74.1	64.4	63.7	65.9	60.7	65.2	64.4	73.3	71.9	63.0	58.5	62.2	57.8	60.7	60.0	68.9	63.0	66.7	65.2	76.3	67.4	67.4	79.3	78.5	79.3	77.8	100.0												
Tu	72.6	81.5	65.9	62.2	67.4	65.2	62.2	67.4	71.9	65.9	58.5	60.0	60.7	59.3	60.7	61.5	68.9	60.0	71.1	63.7	67.4	68.9	71.9	73.3	77.0	80.7	68.9	83.7	100.0											
Go	71.9	65.9	81.5	64.4	72.6	71.9	64.4	74.1	62.2	72.6	69.6	65.2	71.9	63.0	70.4	65.2	68.1	63.7	70.4	67.4	69.6	71.1	71.1	71.1	73.3	69.6	77.0	68.1	63.7	100.0										
TN1	65.9	64.4	63.7	64.4	66.7	64.4	61.5	63.7	75.6	71.1	68.1	62.2	64.4	73.3	64.4	62.2	68.1	69.6	76.3	68.9	66.7	65.2	72.6	69.6	68.9	63.7	69.6	69.6	71.1	63.0	100.0									
Ke	65.9	60.0	74.1	64.4	71.1	70.4	67.4	65.2	63.7	69.6	78.5	75.6	80.7	71.9	77.8	69.6	75.6	72.6	74.8	77.8	72.6	69.6	80.0	62.2	70.4	65.2	74.1	63.7	59.3	77.8	70.4	100.0								
Ni	63.0	63.0	71.1	64.4	68.1	67.4	67.4	63.7	63.7	71.1	75.6	74.1	74.8	61.5	73.3	68.1	71.1	69.6	68.9	77.8	66.7	60.7	78.5	63.7	68.9	66.7	72.6	66.7	63.7	74.8	71.9	82.2	100.0							
Rad	65.9	73.3	65.2	58.5	63.7	60.0	61.5	65.2	74.1	66.7	62.2	62.2	60.0	55.6	64.4	59.3	66.7	59.3	61.5	61.5	71.1	62.2	68.1	72.6	76.3	69.6	68.1	78.5	72.6	65.9	68.9	64.4	70.4	100.0						
Kent	63.7	62.2	76.3	60.7	73.3	71.1	62.2	67.4	61.5	67.4	79.3	73.3	75.6	74.1	85.9	70.4	77.8	71.9	74.1	72.6	71.9	68.9	77.8	64.4	69.6	65.9	71.9	61.5	61.5	78.5	69.6	87.4	77.0	63.7	100.0					
Ken	60.7	63.7	67.4	59.3	67.4	66.7	57.8	67.4	61.5	65.9	73.3	71.9	65.2	71.1	74.1	67.4	79.3	68.9	77.0	75.6	64.4	61.5	74.8	65.9	65.2	64.4	71.9	65.9	65.9	68.1	69.6	74.1	69.6	62.2	74.8	100.0				
Maya	60.0	64.4	69.6	60.0	69.6	65.9	58.5	62.2	62.2	69.6	78.5	69.6	74.8	70.4	76.3	69.6	75.6	72.6	73.3	71.9	69.6	65.2	78.5	66.7	68.9	68.1	72.6	66.7	66.7	70.4	71.9	76.3	79.3	67.4	78.5	77.0	100.0			
YW6	61.5	63.0	69.6	64.4	65.2	64.4	60.0	63.7	65.2	71.1	83.0	69.6	76.3	73.3	77.8	68.1	77.0	71.1	73.3	71.9	75.6	68.1	75.6	71.1	67.4	65.2	74.1	69.6	63.7	73.3	70.4	82.2	76.3	68.9	83.0	71.1	80.7	100.0		
E10-1	63.0	61.5	69.6	60.0	63.7	63.0	61.5	62.2	65.2	72.6	84.4	75.6	74.8	71.9	80.7	68.1	78.5	71.1	74.8	73.3	68.1	65.2	77.0	66.7	71.9	62.2	75.6	66.7	62.2	74.8	70.4	82.2	85.2	68.9	83.0	72.6	82.2	88.1	100.0	
Os	68.1	66.7	70.4	62.2	68.9	66.7	63.7	68.9	68.9	77.8	80.7	74.8	74.1	74.1	77.0	68.9	79.3	73.3	78.5	75.6	70.4	71.9	77.8	68.9	71.1	67.4	79.3	70.4	68.9	74.1	74.1	80.0	75.6	66.7	80.7	74.8	77.0	84.4	81.5	100.0

[z] HT: Hing Tong; CA: Chok-Anan; TS: Tsar-Swain; PS: Pung-Swain; VS: Va-Swain; SG: Shih-Go; Da: Dasheri; Ar: Aroemanis; Ca: Carabao; Sl: Slal; Ir: Irwin; Bu: Buchanan; Ah: Ahping; Po: Pope; Ha: Haden; Va: Vanary; Li: Lippens; TA: Tommy Atkins; Zi: Zill; Se: Sensation; JH: Jin-Hwung; Ma: Manalagi; Ed: Edward; DH: Da-Hung-Man; TD: Tong Dam; Cat: Cat; La: Langra; Wh: White; Tu: Tuong; Go: Golek; TN1: Tainong No.1; Ke: Keitt; Ni: Nimrod; Rad: Rad; Kent: Kent; Ken: Kensington; Maya: Maya; YW6: Yu-Win No.6; E10-1: E10-1; Os: Osteen.

和玉文 6 號品種的 88.1%。基因型態差異最大的為香樣和 Vanary 的 53.3%。將 40 種芒果進行親緣關係分析，繪製樹狀圖 (圖 2) 可將這些品種分為 3 大群：第 1 群包括 Hing Tong、Manalagi、柴樣、柿果、Golek、肉樣、Aroemanis、Slal、Langra 等 9 個品種。第 2 群為 Pope、台農 1 號、Irwin、玉文 6 號、E10-1、Osteen、Haden、Keitt、Kent、Nimord、Maya、Ahping、Lippens、Kensington、Zill、Edward、Sensation、Buchanan、Vanary、Tommy Atkins 等 19 個品種。第 3 群包括 Chok-Anan、Carabao、Tong Dam、Cat、White、Tuong、Rad、金煌、大黃芒等 9 個品種。而 Dasheri 和香樣 2 品種與前述 3 群的親緣關係較遠，單獨成群。

討　論

叢群分析 (cluster analysis) 的結果與種原特性調查結果比較分析顯示；型態與分子標誌此 2 種不同的分類標誌的分群結果彼此相吻合。叢群分析中屬於第 1 群的 Hing Tong 等 9 個品種，大都自東南亞國家引進台灣，果實特徵上果形較長形、果皮呈黃綠色、種子為多胚性。第 2 群的 Pope 等 19 個品種，大都自美國或 Florida 引進，果實特徵為果形圓形、果皮顏色較鮮豔、單胚，親緣關係傾向印度品種 (Rajwana *et al.* 2008)，其中 Tommy Atkins 和

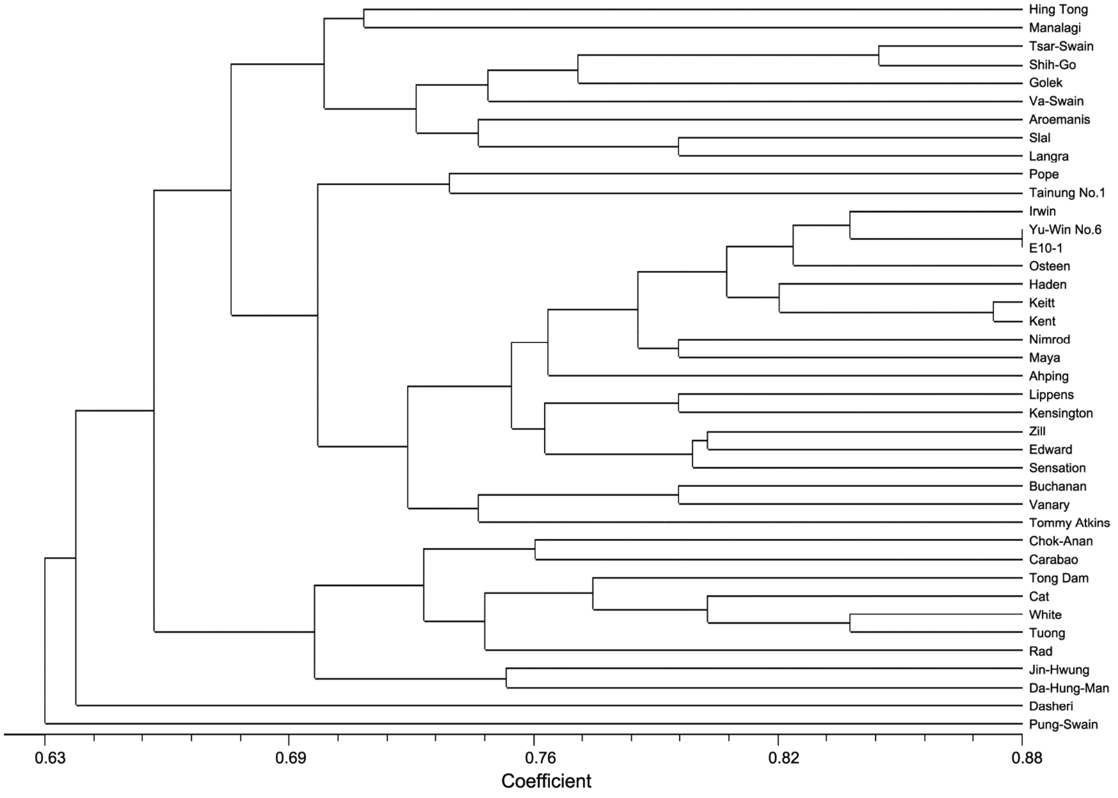

圖 2. 利用各參試品種之逢機引子條帶進行不同品種 (系) 芒果之親緣關係分析。

Fig. 2. Dendrogram illustration of genetic relationships of 40 mango cultivars and lines based on RAPD cluster analyses.

Edward 被分為同一群，與 Eiadthong *et al*. (1999) 利用SSR對泰國芒果品種之親緣分析之結果不同。Irwin 為 Lippens 的實生後代，而 Lippens 為 Haden 的實生後代，Zill 也為 Haden 的實生後代，以上 4 個品種親本相近，與本試驗將此 4 個品種分為同一群的結果相符，而且 Irwin 與 Zill 歸為同一群與 Lei *et al*. (2006) 利用 AFLP 標記結果相符，但 He *et al*. (2005) 利用 ISSR 分析及 Lei *et al*. (2006) 利用 AFLP 標記皆認為 Haden 與 Irwin 親緣較遠屬於不同群。第 3 群 Chok-Anan 等 9 個品種，大都自東南亞國家引進台灣，果實特徵上果形較長形、果皮呈黃綠色、多胚，其中金煌與 Carabao 被分為同一群，此結果與 He *et al*. (2007) 利用SSR對芒果進行親緣分析的結果相符，與 White 分為同一群與 Lei *et al*. (2006) 利用 AFLP 標記結果相符。而 Dasheri 與前述 3 群的親緣關係明顯不同，而單獨成群的結果亦與 Lei *et al*. (2006) 利用 AFLP 標記及 Sagar *et al*. (2007) 利用 ISSR 分析結果相符。

金煌芒果是農民自行選育之品種，由 White 和 Keitt 雜交後代選獲，本研究結果中，金煌與其親本 White 相似度為 76.3%，與 Keitt 相似度為 72.6%；台農 1 號是自混植天然授粉之實生後代選拔出，親本不詳，本試驗結果將之歸屬於第 2 群，由此推測其親本可能為自美國引進的品種，與其親緣最近的品種為 Zill (76.3%)，但與 Lei *et al*. (2006) 利用 AFLP 標記認為台農 1 號與 Carabao 最相似之結果不符。玉文 6 號是農民由金煌及愛文的雜交後代，由試驗結果其與金煌相似度 75.6%、與愛文 83%，與 E10-1 相似度高達 88.1%。E10-1 品系和台農 1 號同樣是由混植天然授粉之實生後代選拔獲得，其親本尚待進一步分析確認，由試驗結果顯示其與玉文 6 號相似度為 88.1%、Nimrod 為 85.2%、Kent 為 83%。本試驗雖然無法明確證明上述雜交品種之父母本為何，但卻能提供可能親本之思考方向。而本研究所獲得之具重複性且有品種差異之條帶，將可利用於品種及親本鑑別之用。

誌　謝

本研究進行期間及文成後，承蒙本分所林榮貴博士多方協助及不吝撥冗斧正，謹此誌謝。

引用文獻 (Literature cited)

Chen, M. S. 1991. Current status and future perspective of mango culture in Taiwan. p.317–332. *in* the Proceeding of Symposium on Fruit Production, Research and Development in Taiwan. TARI Special Pub. No. 35. Taichung. (in Chinese with English abstract)

Council of Agriculture (COA). 2008. Agricultural Statistics Yearbook. COA, Excutive Yuan. Taipei, Taiwan. 366 pp.

Crane, J. H., I. E. Bally, R. V. Mosqueda-Vazquez, E. Tomer. 1997. Crop production. p.203–256. *in*: The Mango: Botany, Production and Uses. (Litz, R., ed.) CAB International. Wallingford, UK.

Eiadthong, W., K. Yonemori, A. Sugiura, N. Utsunomiya, and S. Subhadrabandhu. 1999. Indentication of mango cultivars of Thailand and evaluation of their genetic variation using the amplified fragments by simple sequence repeat-(SSR-) anchored primers. Sci. Hort. 82:57–66.

He, X. H., Y. R. Li., Y. Z. Guo., Z. P. Tang, and R. B. Li. 2005. Genetic analysis of 23 mango cultivar collection in Guangxi province revealed by ISSR. Mol. Plant Breed. 3:829–834.

He, X. H., Y. Z. Guo., Y. R. Li., and S. J. Ou. 2007. Assessment of the genetic relationship and diversity of mango and its relatives by cpiSSR marker. Agric. Sci. China 6:137–142.

Iyer, C. P. A., C. Degani. 1997. Classical breeding and genetics. p.49–68 *in*: The Mango: Botany, Production and Uses. (Litz, R. E., ed.) CAB International. Wallingford, UK.

Jaccard, P. 1901. Study of comparative distribution of flower in the porition of Aipes and Jura. (Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura.) Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat. 37:547–549.

Lee, W. L. 1997. Investigation on Morphological Variation and Analysis of Random Amplifical Polymorphic DNA (RAPD) for *Lilium formosanum* and *Lilium longiflorum* in Taiwan. Master Dissertation. National Taiwan University. 109 pp. (in Chinese with English abstract)

Lee, W. L., Y. S. Teng, and R. Q. Lin. 2007. Using RAPD markers to study genetic variation among Lychee cultivars. J. Taiwan Agric. Res. 56:281–288. (in Chinese with English abstract)

Lei, X., J. Wang., X. Xu., and S. Lin. 2006. Studies on genetic polymorphism of main mango cultivars via AFLP markers. Acta Hort. Sin. 33:725–730.

Muhkerjee, S. K., R. N. Singh, P. K. Majumder, and D. K. Sharma. 1968. Present Position Regarding Breeding of Mango (*Mangifera indica* L.) in India. Euphytica 17:462–467.

Rajwana, I. A., N. Tabbasam, A. U. Malik, S. A. Malik, M. U. Rahman, and Y. Zafar. 2008. Assessment of genetic diversity among mango (*Mangifera indica* L.) genotypes using RAPD markers. Sci. Hort. 117:297–301.

Sagar, S. P., S. Mitra, A. P. Giri, K. H. Pujari, B. P. Patil, N. D. Jambhale, and V. S. Gupta. 2007. Genetic diversity analysis of mango cultivars using inter simple sequence repeat markers. Curr. Sci. 93: 1135–1141.

Study on Genetic Variations of Mango (*Mangifera indica* L.) Germplasm [1]

Wen-Li Lee[2], Kuo-Dung Chiou[2,4], and I-Szu Weng[3]

Abstract

Lee, W. L., K. D. Chiou, and I. S. Weng. 2009. Study on genetic variations of mango (*Mangifera indica* L.) Germplasm. J. Taiwan Agric. Res. 58:243–253.

Genetic relationships among cultivars (or lines) of mango (*Mangifera indica* L.) were analyzed using RAPD markers. Forty mango cultivars (or lines) that planted at the Fengshan Tropical Horticultural Experimental Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Fengshan, Kaohsiung, were examined using 200 random primers. Results showed that 22 of the 200 primers were inter-species polymorphism with high consistency. A combination of several primers was required for identification of cultivars (or lines). Results of RAPD cluster analyses showed that the 40 mango cultivars(or lines) were divided into 3 groups and the genetic similarity among these groups ranged from 53.3 to 88.1%, averaging 70.3%. The E10-1 and Yu-win No.6 had the highest degree of similarity (88.1%), whereas the Pung-Swain and Vanary had low degree of similarity (53.3%). However, Dasheri and Pung-Swain were highly different from all others, suggesting that they are highly diversed genotypes.

Key words: Genetic variation, Mango, *Mangifera indica* L., RAPD markers.

---

1. Contribution No.2373 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: October 8, 2009.

2. Associate Researcher and Head and Assistant Researcher, Department of Tropical Fruit Trees, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

3. Assistant Technical Specialist, Kaohsiung Branch, Bureau of Standards, Metrology and Inspection, M.O.E.A., Taiwan, ROC.

4. Corresponding author, e-mail: kuodung@fthes-tari.gov.tw; Fax: (07)7315590.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 58(4):254–264 (2009)

以 RAPD 技術進行白及種原之遺傳歧異度分析 [1]

曹進義[2] 許絨誌[3] 闕甫伈[3] 陳威臣[2] 夏奇鈮[2,4]

摘　要

曹進義、許絨誌、闕甫伈、陳威臣、夏奇鈮。2009。以 RAPD 技術進行白及種原之遺傳歧異度分析。台灣農業研究 58:254–264。

本研究以 RAPD (random amplified polymorphic DNA) 分子標誌對採集自台灣不同地區之台灣白及以及白及屬之不同種原共 25 個樣品進行分析，據此結果對台灣地區的台灣白及以及其近緣種原進行親緣關係與遺傳相似性評估。經由 80 個 RAPD 引子進行初步篩選，選出 12 個具高再現性與多型性條帶表現的引子，以此引子進行 PCR 反應總共獲 165 個片段，其中 161 個為多型性片段，多型性百分率為 97.6%。以 UPGMA (unwighted pair-group mean arithmetical) 法進行親緣分析結果顯示，參試的 25 個白及樣品可區分為中國、日本與台灣 3 大群，而台灣不同地理位置採集之白及可再區分成 5 個小群，離島之蘭嶼白及被分在台灣白及群組內，推測蘭嶼白及與台灣本島之台灣白及應為同種。依據台灣白及所呈現之遺傳相似度，推論影響台灣白及親緣關係之因素可能為山脈阻隔所造成。

關鍵詞：逢機擴增多型性 DNA、白及、親緣分析、分子標誌。

前　言

台灣白及 [*Bletilla formosana* (Hayata) Schltr.] 為台灣特有之蘭科 (Orchidaceae) 植物，與常用之中藥白及 [*B. striata* (Thunb.) Reichb. f.] 同為蘭科白及屬 (*Bletilla*) 之多年生草本植物，白及假球莖可做為藥材使用，開花時並兼具觀賞價值 (Na *et al*. 1978)。台灣白及由平地至海拔高度 3000 m 的高山均有採集紀錄，是台灣蘭科植物中地理分布相當廣泛的物種 (Lin 1977)，而在離島蘭嶼所產之蘭嶼白及 [*Bletilla formosana* (Hayata) Schltr. f. *kotoensis* (Hayata) T. P. Lin] 亦屬於台灣白及之一型 (Lin 1977; Yang *et al*. 2001)。白及屬植物依據傳統之形態分類共有 7 種，包括白及 [*B. striata* (Thunb.) eichb. f.]、黃花白及 (*B. ochracea*)、小白及 (*B. yunnanensis*)、台灣白及 [*B. formosana* (Hayata) Schltr.]、華北白及 (*B. sinensis*)、*B. szetschuanica* 及 *B. hyacinthina*，主要分布於亞洲的緬甸、越南、中國、台灣及日本 (Wu & Raven 1990)。

蘭科植物的種原鑑定主要依據為花器形態 (Arditti 1992)，然而形態的表現除了受內在遺

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2374 號。接受日期：98 年 10 月 15 日。
2. 本所生物技術組聘用助理研究員、助理研究員、副研究員。台灣 台中縣 霧峰鄉。
3. 亞洲大學保健營養生技學系研究生、助理教授。台灣 台中縣 霧峰鄉。
4. 通訊作者，電子郵件：hsia@tari.gov.tw；傳真：(04)23302806。

傳控制，亦會受外在環境因子及人為觀點所影響，產生鑑定結果的差異 (Fu *et al*. 1997; Weising *et al*. 1995)。利用 DNA 分子標誌可直接鑑定植物基因型之遺傳歧異度 (genetic diversity)，不會受環境、植物發育時期及人為因素影響，其結果較傳統利用植物性狀鑑定更具客觀、準確與快速性 (Fu *et al*. 1997; Millan *et al*. 1996; Pejic *et al*. 1998; Williams *et al*. 1990)。由於白及屬植物一般難以植株與花朵外表形態進行辨別；且台灣各地理位置所採集之台灣白及其花朵與植株形態雖有差異存在但卻為同種植物，更增加鑑別的困難度，因此以分子標誌釐清其遺傳歧異度有其必要性。本研究以分子標誌之逢機增幅多型性 DNA (random amplified polymorphic DNA, RAPD) 探討台灣各地所採之台灣白及種內遺傳歧異度並輔以白及屬之其他白及種原進行分析，藉此探討台灣白及以及白及屬種原之間的親緣關係。

材料與方法

植物材料

本研究使用的 25 個白及樣品來源分別為野外採集或蒐集自民間業者 (表 1)。

表 1. 試驗白及樣品之編號、物種名及其產地或採集地資料
Table 1. *Bletilla* samples' name and its collection information

Code name	Species	Collected country or region	Note
BS1	Unknow	China	Bought from Ying Qiao Orchids
BS2	*B. striata*	Japan	Bought from He Chen Orchids
BS3	*B. striata*	Japan	Bought from Shan Ye Orchids
BL	*B. formosana*	Region unknown, Taiwan	Gift from Ms. G. C. Chen
BO	*B. ochracea*	China	Gift from Ion Angel Orchids
BFS	*B. formosana*	Lanyu, Taitung county	Self Collected
BF1	*B. formosana*	Nangang, Taipei county	Self Collected
BF2	*B. formosana*	Pingsi, Taipei county	Self Collected
BF3	*B. formosana*	Shihding, Taipei county	Self Collected
BF4	*B. formosana*	Wulai, Taipei county	Bought from Banciao flower market
BF5	*B. formosana*	Lalasan, Taoyuan county	Bought from Banciao flower market
BF6	*B. formosana*	Fushan, Yilan county	Bought from Banciao flower market
BF7	*B. formosana*	Beipu, Hsinchu county	Self Collected
BF8	*B. formosana*	Suhua Highway, Yilan	Self Collected
BF9	*B. formosana*	Suhua Highway, Hualien	Gift from Ms. G. C. Chen
BF10	*B. formosana*	Nanshan, Yilan county	Gift from H. L. Lay Pro., NPUST
BF11	*B. formosana*	Lishan-Yilan branch line	Bought from Shan Ye Orchids
BF12	*B. formosana*	Lochao, Hualien county	Gift from H. L. Lay Pro., NPUST
BF13	*B. formosana*	Kukuan, Taichung county	Collected from Mr. Zhen-Yu Weng, TARI
BF14	*B. formosana*	Shueili, Nantou county	Gift from Flower Research Center, TARI
BF15	*B. formosana*	Region unknown	Bought from Banciao flower market
BF16	*B. formosana*	Tongpu, Nantou county	Self Collected
BF17	*B. formosana*	Alishan-1, Chiayi county	Self Collected
BF18	*B. formosana*	Alishan-2, Chiayi county	Self Collected
BF19	*B. formosana*	Wutai, Pingtung county	Gift from H. L. Lay Pro., NPUST

DNA 之萃取與分析

葉片 DNA 萃取參考 Bornet & Branchard (2001) 的 CTAB (cetyltrimethylammonium bromide) 方法進行。所萃取的 DNA 經 OD 值測定濃度後以電泳分析判別 DNA 品質後使用。

PCR 反應與分析

PCR 反應試劑 PCR Pro Taq 反應套組購自波士特生技公司 (ProTECH，台灣)。以 100 ng DNA 為模板在總體積 20 µL 反應溶液中進行，反應內含 2 µL 10× PCR buffer、1.6 µL 2.5 µM dNTPs (dATP、dTTP、dGTP、dCTP)、4 µL 2.5 µM random primer (Operon)、0.4 µL ProTaq DNA polymerase (2 unit/µL)，反應置於 PCR 儀 (BIORAD MyCycler, USA) 中進行，反應條件為 94℃ 2 分鐘，再以 94℃ 1 分鐘，37℃ 1 分鐘，72℃ 2 分鐘，循環 39 次，最後一次循環 94℃ 1 分鐘，37℃ 1 分鐘，72℃ 12 分鐘，反應完成後以 4℃保存。反應取出後加入 4 µL 的 6× loading dye 混合後，以 2.0%的瓊脂凝膠進行電泳分析，經 ethidium bromide 染色後在 UV 燈下觀察膠體上條帶之呈現，並照相存檔做為後續分析之用。

逢機引子篩選

以 A1-20、B1-20、Y1-20、Z1-20 (Operon, USA) 共 80 個逢機引子進行 PCR 反應，初步以台灣坪林地區採集之白及 DNA 為模板進行引子篩選，依其結果選出可顯現清楚條帶並產生多型性的 12 個引子，作為後續 25 個白及樣品分析之用，試驗共重複進行 3 次。

PCR 標誌資料分析

利用 Gel-Compar II, Version 3.5 軟體依 Dice coefficient 方法 (Nei & Li 1979) 計算兩樣本間的相似度，之後以軟體中的 UPGMA (unweighted pair-grouping mean arithmetical) (Sneath & Sokal 1973) 法估算樣品間的遺傳相似度，並據此繪製親緣關係樹狀圖。

結　果

首先以 Operon A1-20、B1-20、Y1-20、Z1-20 等共 80 個 RAPD 引子經由初步篩選獲得清晰、具有多型性及再現性良好之 12 個引子，其引子編號分別為 OPA08、10、12、18；OPB07、08、10、13；OPY03、15、16；OPZ13。接著以中國、日本與台灣共 25 個白及樣品之 DNA 模板配合上述 12 個引子進行 PCR 反應，結果共產生 165 個條帶，其中 161 個為多型性條帶，平均每個引子可產生 13.8 個條帶及 13.4 個多型性條帶，多型性百分率為 97.6% (表 2)。PCR 的電泳分析圖顯示，以 OPA08 分別於 280 bp 與 490 bp 分子量產生中國白及與黃花白及專一性條帶，於 200 bp 產生部份台灣產區之白及 (BL、BF7、BF11-14、BF16-18) 專一性條帶，於分子量 250 bp 產生紫紅色花日本白及 (BS3) 專一性條帶 (圖 1A)。OPA10 引子可分別於分子量 520 bp 與 650 bp 產生中國白及專一性條帶 (圖 1B)。以 OPA12 引子可於分子量 490 bp 產生日本白及之專一性條帶，部份台灣白及 (BL、BF2-4、BF6-9 與 BF15-17) 可於 260 bp 產生專一性條帶，與其他種白及區分 (圖 1C)。以 OPB08 引子於分子量 430 bp 與 300 bp 產生中國白及專一性條帶 (圖 2A)；使用 OPB13 引子可產生中國產區之中國白及與黃花白及此二白及共有的專一性條帶，分子量為 210 bp 與台灣、日本白及加以區分，台灣白及則於 200 bp 與 300 bp (BF16-18) 分子量產生專一性條帶 (圖 2B)。

利用 Nei & Li (1979) 方法計算兩兩樣本間的相似度，並以軟體中的 UPGMA (Sneath & Sokal 1973) 法估算樣品間的遺傳相似度，結果顯示中國、日本與台灣地區之白及相似度在 39.3–94.7%之間 (表 3)，且經由軟體之群叢分析與所建構出親緣關係樹狀圖之結果，可將參試之 25 個白及物種區分成中國、日本與台灣 3

表 2. RAPD 分子標誌使用的引子名稱、DNA 序列、PCR 產生之條帶數、多型性條帶數及其比率

Table 2. DNA fragments and polymorphism produced from 12 of RAPD primers

Primer	Primer sequence (5'→3')	Total fragments	No. of polymorphic fragments	Polymorphic index (%)
OPA08	gTg ACg TAg g	16	16	100.0
OPA10	gTg ATC gCA g	15	14	93.3
OPA12	TCg gCg ATA g	18	18	100.0
OPA18	Agg TgA CCg T	13	12	92.3
OPB07	ggT gAC gCA g	13	12	92.3
OPB08	gTC CAC ACg g	14	14	100.0
OPB10	CTg CTg ggA C	15	15	100.0
OPB13	TTC CCC CgC T	15	15	100.0
OPY03	ACA gCC TgC T	16	16	100.0
OPY15	AgT CgC CCT T	11	11	100.0
OPY16	ggg CCA ATg T	8	8	100.0
OPZ13	gAC TAA gCC C	11	10	90.9
Total		165	161	97.6

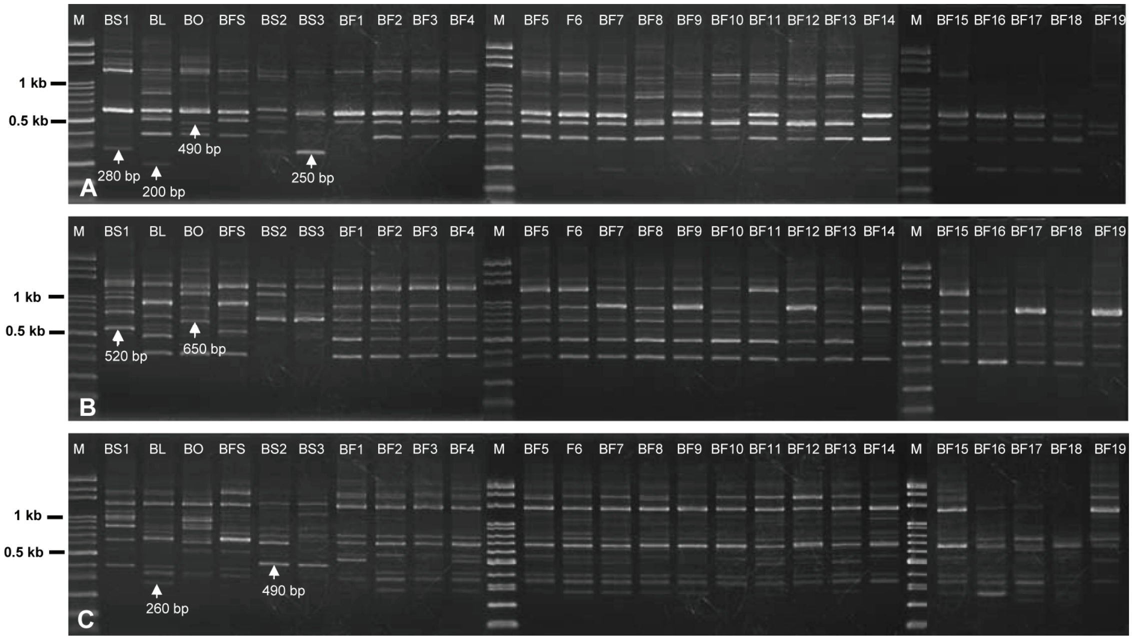

圖 1. 參試之 25 個白及樣品以 (A) OPA08；(B) OPA10；(C) OPA12 引子進行 PCR 反應之 RAPD 電泳分析圖譜。M：分子量標誌；樣品號碼參照表 1。

Fig. 1. RAPD profile of 25 *Bletilla* samples. Primers of (A) OPA08, (B) OPA10, and (C) OPA12 were used for PCR reaction. Names of tested samples are listed in Table 1.

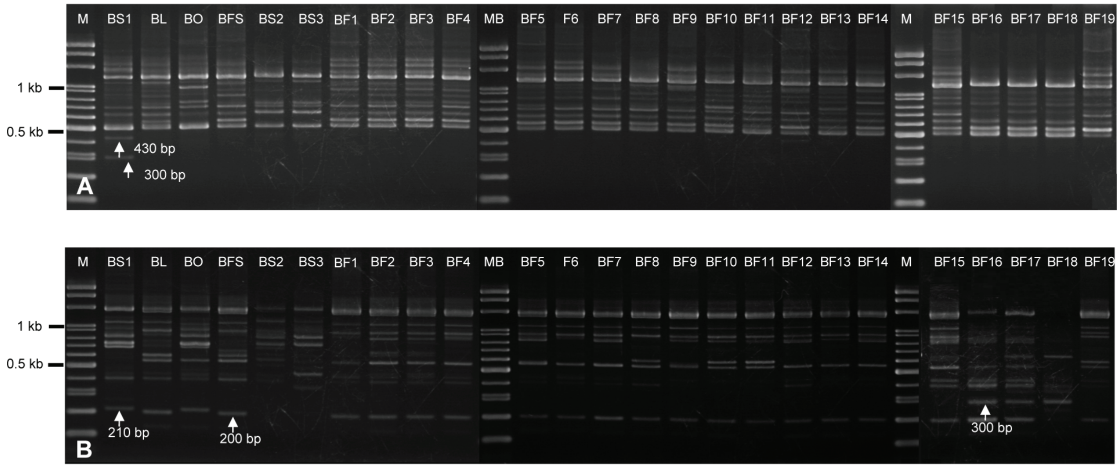

圖 2. 參試之 25 個白及樣品以 (A) OPB08、(B) OPB13 引子進行 PCR 反應之 RAPD 電泳分析圖譜。M：分子量標誌；樣品號碼參照表 1。

Fig. 2. RAPD profile of 25 *Bletilla* samples. Primers of (A) OPB08 and (B) OPB13 were used for PCR reaction. Names of tested samples are listed in Table 1.

大群，而台灣不同地理位置之白及又可區分成 5 個小群，相似度為 63.8–88.7% (表 3)，第 1 小群內相似度為 76.6%，由離島之蘭嶼白及、贈自花蓮改良場蘭陽分場搜集地點不詳之白及 (BL) 與花蓮縣蘇花公路白及所組成；第 2 小群內相似度為 79.4%，主要為台灣北部地區，由台北縣南港、石碇、平溪、烏來、宜蘭縣福山、桃園縣拉拉山與新竹縣北埔地區所組成，而購自板橋花市之 BS15 樣品亦被歸在此類群中；第 3 小群內相似度為 80.1%，以中央山脈與東北部地區為主，由宜蘭縣南山，宜蘭縣蘇花公路、花蓮縣洛韶、台中縣梨山、台中縣谷關與南投縣水里地區白及所組成；第 4 小群相似度為 71.5%，以單一屏東縣霧台白及組成；第 5 小群相似度為 64%，以嘉義縣阿里山與南投縣東埔地區白及組成，為台灣白及中差異較大的一群 (圖 3)。

討　　論

由外表形態觀察 25 個參試白及樣品，除了日本白及 (BS3) 其植株葉片較為寬大，可藉由葉片形態與中國及台灣白及區別外，中國白及與台灣白及難以藉由植株外觀與假球莖形態加以區分。蘭嶼白及花朵為純白色，在開花期時較易以花器作為辨別依據。而自台灣不同地區採集之白及其花朵與唇瓣顏色有差異性存在 (圖 4)，推測花朵形態上的差異容易受外在環境因子影響所造成 (Millan *et al*. 1996; Weising *et al*. 1994)。

本試驗以 RAPD 作為鑑別白及屬植物分子標誌的群叢分析結果顯示，可將中國、日本與台灣白及三地區之白及清楚區隔開來 (圖 3)，顯示參試之中國、日本與台灣白及為不同的白及原生種。在專一性的條帶產生方面，以 OPA12 引子可產生日本白及之專一性條帶，紫紅色花之日本白及 (BS3) 以 OPA08 引子可產生專一條帶加以分別。以 OPA10 引子可區別中國產區之中國白及與黃花白及，以 OPB13 引子則可產生中國產區白及共有的專一性條帶，中國白及亦可以 OPB08 引子分別於分子量 430 bp 與 300 bp 產生專一性條帶與其他白及區

表 3. 25 個參試白及之 RAPD 相似度表

Table 3. Similarity coefficients among 25 tested *Bletilla* samples based on RAPD analysis

	BF4	BF15	BF5	BF6	BF7	BF2	BF3	BF1	BL	BF9	BF10	BF13	BF11	BF8	BF12	BFS	BF14	BF19	BF16	BF17	BF18	BS1	BO	BS2	BS3
BF4	100.0																								
BF15	86.1	100.0																							
BF5	86.1	84.8	100.0																						
BF6	87.4	86.3	83.8	100.0																					
BF7	81.4	83.6	81.2	88.6	100.0																				
BF2	86.7	84.3	85.5	82.1	83.2	100.0																			
BF3	84.5	84.5	84.5	83.4	83.3	94.7	100.0																		
BF1	84.5	78.3	79.5	81.0	78.6	86.4	85.4	100.0																	
BL	81.4	80.0	80.0	79.0	80.2	79.8	78.6	72.6	100.0																
BF9	84.0	78.7	83.9	84.1	81.5	79.8	81.0	77.2	85.2	100.0															
BF10	79.3	79.0	81.5	78.1	78.1	78.8	77.6	75.2	79.3	76.7	100.0														
BF13	81.2	78.5	81.0	81.3	80.0	79.5	78.3	77.0	72.7	81.3	87.7	100.0													
BF11	84.2	81.7	81.7	81.9	83.0	81.4	80.2	74.3	77.2	78.3	85.7	85.4	100.0												
BF8	82.4	79.8	83.4	82.4	82.4	84.2	81.9	78.3	81.2	82.5	83.8	82.2	85.2	100.0											
BF12	77.6	79.8	82.3	76.3	78.8	80.7	78.3	75.8	76.4	77.4	84.0	81.0	82.9	78.5	100.0										
BFS	77.6	78.5	82.3	78.8	82.4	83.1	83.2	78.3	78.8	81.3	79.0	79.8	81.7	83.4	78.5	100.0									
BF14	77.6	77.2	83.6	80.0	80.0	79.5	80.8	70.8	80.0	81.3	79.0	79.8	80.5	82.2	81.0	83.6	100.0								
BF19	70.8	74.0	72.7	73.1	72.1	74.1	77.7	73.9	70.8	75.5	70.9	68.8	66.3	69.2	74.0	72.7	68.8	100.0							
BF16	61.1	64.2	65.7	63.3	62.5	66.2	65.7	57.1	65.3	67.2	56.7	61.3	57.3	62.0	62.8	64.2	62.8	58.7	100.0						
BF17	65.3	68.6	67.1	67.6	65.3	68.9	68.5	60.1	69.4	65.7	62.5	64.3	64.4	67.6	62.9	65.7	64.3	61.8	85.7	100.0					
BF18	57.6	62.1	63.6	58.2	56.1	62.9	62.2	53.3	64.8	58.9	57.4	56.1	58.0	61.3	59.1	63.6	63.6	57.8	75.7	77.2	100.0				
BS1	58.1	57.0	59.4	59.9	62.8	59.0	57.1	57.1	62.8	61.7	59.2	57.0	59.7	58.8	55.8	64.2	64.2	54.7	41.7	39.5	41.7	100.0			
BO	55.4	51.6	56.6	55.9	59.0	59.9	59.3	53.1	53.0	52.6	55.2	55.4	61.8	56.1	59.1	59.1	56.6	51.6	50.7	46.8	42.1	66.3	100.0		
BS2	53.2	47.0	54.6	53.7	53.2	52.9	53.3	51.9	48.9	49.6	51.5	51.5	56.5	48.2	53.0	57.6	54.6	43.8	45.1	45.6	45.3	50.4	54.1	100.0	
BS3	48.6	43.6	49.6	51.9	48.6	49.7	48.5	48.5	47.1	49.2	52.6	48.1	50.4	44.9	48.1	51.1	49.6	43.4	41.1	45.2	39.3	54.3	49.3	78.5	100.0

Mean = 71.19

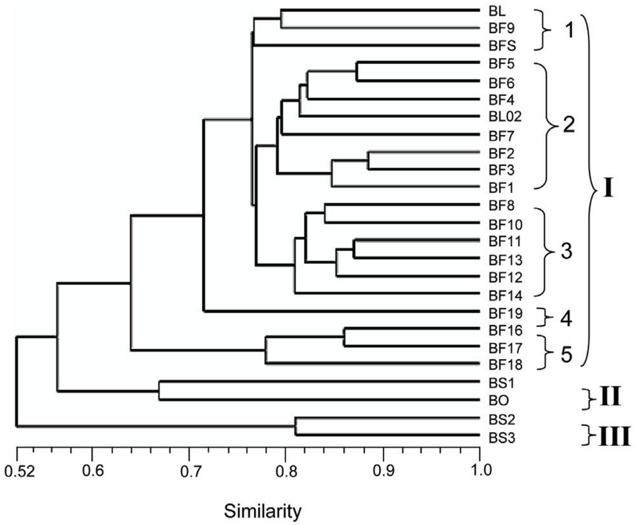

圖 3. 25 個白及參試樣品之 RAPD 條帶結果經 UPGMA 群叢分析之樹狀圖。

Fig. 3. Phylogenetic tree based on RAPD bands among 25 tested *Bletilla* samples using UPGMA method. Names of tested samples are listed in Table 1.

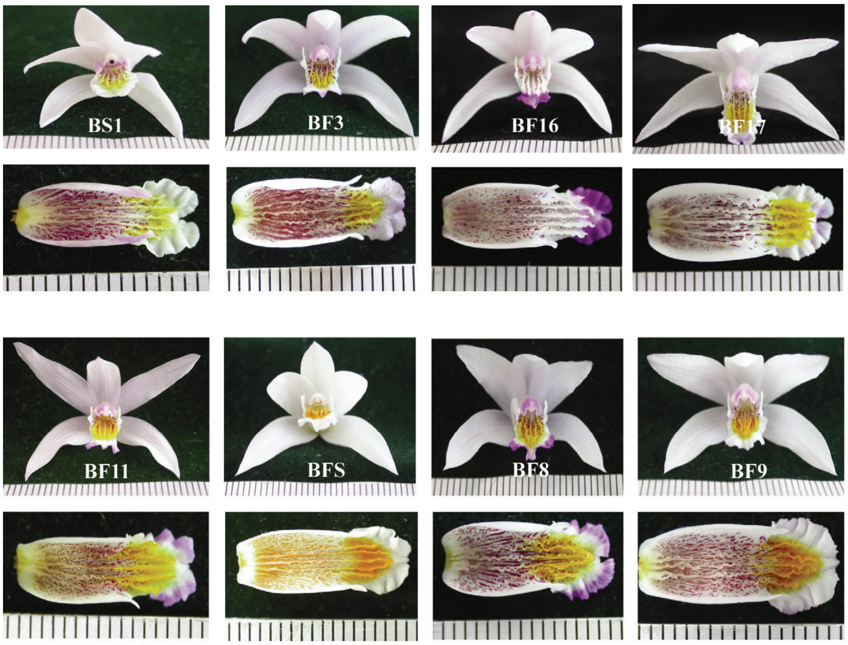

圖 4. 中國白及與採自不同地理位置之台灣白及花朵與唇瓣形態。

Fig. 4. Flower and lip morphological traits of *Bletilla formosana* collected from various areas of Taiwan and *B.* species from China. Names of tested samples are listed in Table 1.

別。綜合而言，以 OPA08、OPA12 引子可作為鑑別日本白及之分子標誌，而以 OPB13 引子可作為同時鑑別中國、日本與台灣白及之分子標誌。台灣目前白及藥材皆仰賴中國進口，中國白及與台灣白及在外觀上本來就不易區別，在乾品藥材上就更難有辨別依據，因此本研究初步篩選出之分子標誌將進一步針對品種專一性進行重複試驗，或更進一步以 SCAR (sequence characterized amplified region) 標誌，評估這些分子標誌作為種原與藥材基原鑑定之可行性。

在台灣白及遺傳歧異度分析結果方面，依 UPGMA 所建構之親緣關係樹狀圖初步可將台灣白及區分成 5 個小群，其中蘭嶼白及被歸於台灣白及之內，應為台灣白及之一型，符合 Lin (1977) 與 Yang *et al.* (2001) 的分類結果。各地採集之台灣白及樣品間的遺傳歧異度頗大 (相似度在 52.1–87.3%之間) (表 3)。在第 1 小群部分，由於在台灣本島過去亦曾有過蘭嶼白及之採集紀錄 (Lin 1977; Na *et al*. 1978)，因此推測可能因鳥類、昆蟲、風力或人類旅行交流而使得蘭嶼白及種子傳播至台灣本島，花蓮改良場蘭陽分場所提供之採集地不詳之台灣白及，宜蘭縣蘇花公路旁小路 (海岸邊) 與蘭嶼白及均屬在東部沿海同一小群有其可能性；第 2 小群以雪山山脈為分群，主要為台灣北部地區，由台北縣南港、石碇、平溪、烏來、宜蘭縣福山、桃園縣拉拉山與新竹縣北埔地區之白及所組成，而購自業者謂採自南投的白及樣品亦歸為在此類群中，有可能是業者混淆所致；第 3 小群為中央山脈與中橫公路為分群，以宜蘭縣南山，宜蘭縣蘇花公路、花蓮縣洛韶、台中縣梨山、台中縣谷關與南投縣水里地區白及所組成；第 4 小群以大武山為分群，以屏東縣霧台白及自成一群；第 5 小群以阿里山山脈為分群，以嘉義縣阿里山與南投縣東埔地區白及組成。對照台灣白及採集之地理位置 (圖 5) 與親緣分析樹狀圖的分群結果，推論山脈的阻隔、生長環境與其繁殖方式有可能是造成不同地理位置之台灣白及遺傳歧異度與親緣關係差異的原因，依據台灣白及採集地之生態觀察與 Na *et al.* (1978) 的研究顯示，台灣白及主要生長在中海拔之濕潤向陽岩石或泥壁上以及平野濕潤之草叢中，有其特殊之生長環境條件，在繁殖方式方面，觀察顯示台灣白及極易自花授粉且單花壽命短 (2–3 天)，再加上山脈及河流阻隔之地理因素，使花藥不易流佈及擴散至其他地區，造成不同地理位置之台灣白及族群於在演化及親緣關係上有其獨特性。目前收集之種原在相同條件及環境種植下記錄其形態特徵，將進一步利用此資料與分子標誌之親緣分析樹狀圖比較其異同，交互驗證其正確性。

分子標誌必需要產生一定數量以上之標誌數目作為分析才能有其正確性 (Pejic *et al.* 1998)，越多的標誌數目能讓相似係數與分群歸類趨於穩定，文獻中顯示標誌數目達到 150 個以上是較為具有可信度之數目 (Weising *et al.* 1994)，本實驗中 RAPD 分析之標誌數目 165 個已達到標準之上，且以 OPB13 引子可作為同時鑑別中國、日本與台灣白及之分子標誌。此外，若能配合 ISSR (inter simple sequence repeat) 分子標誌，增幅生物體基因組中的重複序列間之產物進行比較，利用物種基因的序列組合有一定的規則，而在同物種中重複基因出現之模式有所差異，而顯現出相近物種的差異來，對於整個台灣白及的演化與遺傳變異將能得到更多的了解，本研究目前正以 ISSR 分子標誌以及增加採集地點及改善樣品的採樣方法，輔以形態之資料更進一步研究台灣白及族群演化關係的發展。

在蘭科植物之白及蘭屬目前尚未見有以分子標誌進行相關鑑定與親緣分析之研究，對於台灣區所產之台灣白及間演化的親緣關係資料更付之如闕，本試驗以 RAPD 分子標誌所建立

圖 5. 台灣與蘭嶼白及樣品採集地點分佈之情形。

Fig. 5. Samples collection sites of *Bletilla formosana* populations in Taiwan and Orchid Island. Name of tested samples are listed in Table 1.

之初步資料，將朝品種專一性引子發展，希望未來可供鑑別藥材用途之白及屬植物，更可將台灣白及與中國、日本白及加以區分，作為種間基原鑑定與親緣分析輔助工具，對於台灣特有之台灣白及親緣演化間的關係提供參考。

誌　　謝

本研究承行政院農委會經費補助 [96-98 農科-8.1.1-農 C1 (Z)]，謹此致謝。本試驗部分研究材料承農試所種原組黃勝忠組長、應動組翁振宇先生、古坑花卉研究中心吳容儀助理研

究員、花蓮區農業改良場蘭陽分場陳季呈助理研究員、屏科大農園系賴宏亮教授協助種原收集與提供，謹此致謝。

引用文獻 (Literature cited)

Arditti, J. 1992. Fundamentals of Orchid Biology. John Wiley & Sons. U.S.A. 668 pp.

Bornet, B. and M. Branchard. 2001. Nonanchored inter simple sequence repeat (ISSR) markers: reproducible and specific tools for genome fingerprinting. Plant Mol. Biol. Rep. 19:209–215.

Fu, Y. M., W. H. Chen, W. T. Tsai, Y. S. Lin, M. S. Chyou, and Y. H. Chen. 1997. Phylogenetic studies of taxonomy and evolution among wild species of *Phalaenopsis* by random amplified polymorphic DNA markers. Rep. Taiwan Sugar Res. Inst. 157: 27–42. (in Chinese with English abstract)

Lin, T. P. 1977. *Bletilla* Rchb. f. p.62–66. *in*: Native Orchids of Taiwan. Vol. 2. SMC Publishing, Inc. Taipei, Taiwan. (in Chinese)

Millan, T., F. Osuna, S. Cobos, A. M. Torres, and J. I. Cubero. 1996. Using RAPDs to study phylogenetic relationships in Rosa. Theor. Appl. Genet. 92:273–277.

Na, G., W. S. Kan, N. Y. Chiu, and R. J. Yang. 1978. Pharmacognostical researches on *Bletillae* tuber. China Med. Coll. Annu. Bull. 10:451–467. (in Chinese with English abstract)

Nei, M. and W. H. Li. 1979. Mathematical modes for studying genetic variation in terms of restriction endonuclease. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 76: 5269–5273.

Pejic, I., P. A. Marsan, M. Morgante, V. Kozumplick, P. Castiglioni, G. Taramino, and M. Motto. 1998. Comparative analysis of genetic similarity among maize inbred lines detected by RFLPs, RAPDs, SSRs, and AFLPs. Theor. Appl. Genet. 97:1248–1255.

Sneath, P. H. A. and R. R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. Freeman Pub. San Francisco, USA. 573 pp.

Weising, K., H. Nybom, K. Wolff, and W. Meyer. 1994. DNA fingerprinting in plant and fungi. p.24–35. *in*: Detection of DNA Polymorphism by PCR-Based Fingerprinting. (Weising, K., ed.) CRC Press. Florida.

Williams, J. G. K., A. R. Kubelik, K. J. Livak, J. A. Rafalski, and S. V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Res. 18:6531–6535.

Wu, Z. Y. and P. H. Raven. 1990. *Bletilla* Rchb. f.. p.50. *in*: Flora of China. Vol. 18. (Wu, Z. Y. and P. H. Raven, eds.) Science Press. Beijing, China. (in Chinese with English abstract)

Yang, Y. P., H. Y. Liu, and T. P. Lin. 2001. Orchidaceae *Bletilla*. p.222–223. *in*: Manual of Taiwan Vascular Plants. Vol. 5. (Yang, Y. P., H. Y. Liu, and T. P. Lin, eds.) Council of Agriculture. Taipei. (in Chinese with English abstract)

Genetic Diversity Analysis of *Bletilla* Species Using RAPD Technique [1]

Chin-Yi Tsao[2], Cheng-Zhi Xu[3], Fu-Shin Chueh[3], Uei-Chern Chen[2],

and Chi-Ni Hsia[2,4]

Abstract

Tsao, C. Y., C. Z. Xu, F. S. Chueh, U. C. Chen, and C. N. Hsia. 2009. Genetic diversity analysis of *Bletilla* species using RAPD technique. J. Taiwan Agric. Res. 58:254–264.

Genetic makers of random amplified polymorphic DNA (RAPD) were used to analyze 25 samples containing different species in *Bletilla* genus and *B. formosana* collected from different regions of Taiwan. A total 12 primers with high reproduction was screened from 80 RAPD primers for consecutive experiments. A total of 165 DNA fragments was detected, among them, 161 markers (97.6%) were polymorphic. Three major groups of *Bletilla* genus from China, Japan, and Taiwan were separated according to unwighted pair-group mean arithmetical (UPGMA) analysis in this study. Five sub-groups of *B. fomosana* were classified and *Bletilla* species collected from Lanyu Island was found in the same group of Taiwan. It assumed that *Bletilla formosana* (Hayata) Schltr. f. *kotoensis* (Hayata) T. P. Lin is the same species with *B. fomosana*. The geographical barrier of mountains was presumed for constituting the genetic differentiation among ethnic groups of *B. formosans* in Taiwan.

Key words: RAPD, *Bletilla*, Genetic diversity, Molecular marker.

---

1. Contribution No.2374 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: October 15, 2009.
2. Respectively, Assistant Researcher, Assistant Researcher, and Associate Researcher, Biotechnology Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Master and Assistant Professor, Graduate Department of Health and Nutrition Biotechnology, Asia University, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail: hsia@tari.gov.tw; Fax: (04)23302806.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 58(4):265–272 (2009)

乳化大豆油對棉蚜 (同翅目：常蚜科) 之致死效果[1]

余志儒[2]

摘　要

余志儒。2009。乳化大豆油對棉蚜 (同翅目：常蚜科) 之致死效果。台灣農業研究 58:265–272。

大豆油及其乳化劑對棉蚜的致死試驗於室內 25℃ ± 1℃下進行。結果顯示大豆油乳化液確有殺死棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 的效果，大豆油對棉蚜的 LC_{50} 與 LC_{90} 分別為 1.09–1.28 與 3.96–5.78 mL/L。乳化劑亦具殺蚜效果，可以 0.25：1 的比例與大豆油混合，其效果與高用量的 2：1 差異不顯著。本試驗比較 Sigma-Aldrich Co.之 R & D 級與市售 3 種品牌的大豆油對棉蚜之致死效果，四者間差異不顯著。由此可知以 Tween 80 與 Span 80 乳化的食用大豆油用於防治棉蚜具有潛力。

關鍵詞： 棉蚜、大豆油、乳化劑。

前　言

蚜蟲的危害，Toper Kaygin *et al.* (2008) 做了以下重點歸納，除直接吸食植物汁液外，所分泌的蜜露滴落在植物體表後會引發煤煙病，影響光合作用，同時也是植物病毒病的媒介昆蟲，造成寄主植物的捲葉、生長不良，甚至死亡。由於蚜蟲的生活史短，繁殖力強，一旦環境適宜，短時間內族群迅速增加 (Yu *et al.* 1997)。許多連續採收的作物，在採收期間一旦有蚜蟲發生，若不積極妥善處理，將對農作物的產量與品質形成大威脅。

棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 是世界性的種類，除能傳播至少 76 種的植物病毒病 (Chang *et al*. 1987; Chan *et al.* 1991) 外，寄主植物範圍亦相當廣泛，據 Tao (1990) 記載在台灣已記錄者至少 34 科 84 種，包括果菜類的葫蘆科、茄科以及果樹的桃金孃科、桑科、芸香科、薔薇科等許多經濟農作物。棉蚜也是胡瓜、番茄、茄子等連續採收作物常見的害蟲，在採收期間棉蚜的防治不容輕忽。此時亟需安全有效的資材與技術，以減低對化學農藥的倚賴。因此，天然除蟲物質即被寄予厚望。

天然除蟲物質中的油類，如礦物油、植物油及動物油等很早即被用為農作物上的除蟲材料 (Miller 1983; Beattie 2002)。其中可食用之植物油 (edible vegetable oil) 因為易於自然分解，對生態的衝擊比較小 (Adhvaryu *et al.* 2004)，在十九世紀初即有人加以利用 (Beattie 2002)。但有關用在棉蚜防治方面，或有報導 (Butler *et al*. 1991) 但不多，值得再研究開發。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2375 號。接受日期：98 年 10 月 23 日。
2. 本所應用動物組助理研究員。台灣　台中縣　霧峰鄉。
3. 通訊作者，電子郵件：jzyu@tari.gov.tw；傳真機：(04)23317600。

食用大豆油 (soybean oil) 屬於大宗油品，取得容易，有應用潛力。但由於油品必須利用介面活性劑才能較均勻地分散在水中，達到噴佈的目的。許多文獻就提及用肥皂、清潔劑或化工製品做為乳化劑，以利油品除蟲效果的測試 (Butler *et al*. 1991; Xie & Isman 1995; Tsolakis & Ragusa 2008)。因此，本研究以非離子乳化劑 (non-ionic emulsifier) Tween 80 與 Span 80 調製 BX 合適 HLB 值 (hydrophile-lipophile balance values) 的此乳化劑，測試大豆油混合此乳化劑後對棉蚜的致死效果，期能提供進一步研發除蟲製劑配方的參考。

材料與方法

棉蚜 (*A. gossypii*) 之飼養

用購自興農種子公司的洋香瓜 (*Cucumis melo* L.) 秋香品種 (Autumn Favor) 做為寄主植物。棉蚜族群來源及其飼養方法如 Yu & Chen (2001) 所述。每葉片取 5 隻無翅成蚜，用小毛筆移至 clip-cage (Yu *et al*. 1997) 內，再將該 clip-cage 固定於瓜葉。移入定溫箱中，讓蚜蟲自由爬行至葉背取食、產子代。24 小時後移除成蚜，保留子代若蚜 20 隻以上。再經 72 小時接受試驗處理。

大豆油及其介面活性劑製備

四種大豆油 (soybean oil) 廠牌包括美國 Sigma-Aldrich Co.之 R&D 級產品、大統企業股份有限公司 (Great Union Trading Co., Ltd.)、台灣糖業公司 (Taiwan Sugar Corporation)、泰山企業股份有限公司 (Taisun Enterprise Co., Ltd.)，以下簡稱 Sigma、大統、台糖、泰山。乳化劑，用購自日本 Wako Pure Chemical Industries LTD. 之 Span 80 與 Tween 80，並依 Griffin (1949) 的方法，將適量的 Span 80、Tween 80 混合，經均質機 (homogenizer, Polytron® PT-MR 3100) 以 3000 rpm 攪拌 5 分鐘，調製成 HLB 值約為 8 (Chang 2007) 之乳化劑，靜置備用。

殺蚜試驗

先將大豆油 (Sigma) 與乳化劑以 1：1 (V/V) 混合，並以均質機 6000 rpm 攪拌 2 分鐘後，再用蒸餾水稀釋成含油 5、2.5、1.25、0.625 及 0.3125 mL/L 五種不同濃度的混合液。以上各混合液分別用玻棒充分攪拌約 60 秒使其混合後，裝入 20 mL 玻璃噴瓶內。處理時噴口置於距離葉面約 15 cm 處將乳化液噴施於含有棉蚜的瓜葉上下表面，至完全噴濕，1 處理 1 葉片。處理時將受測蚜蟲及其植株移出定溫箱，處理完成後再移入。處理前調查活蚜蟲數，處理後經 1、3 及 7 日分別調查蚜蟲死亡數。

乳化性劑與大豆油的比例調整試驗

乳化劑與大豆油的混合比例分別為 2：1、1：1、0.5：1、0.25：1 及 0.125：1，各混合液的大豆油濃度皆固定為前項試驗結果之對棉蚜的第 7 日半數致死濃度 (LC_{50})，並如前項試驗方法製成乳化液。噴佈處理與記錄方法亦同前項試驗。

不同來源大豆油之殺蚜效果比較試驗

4 個不同廠牌大豆油的濃度皆與 Sigma 大豆油的 LC_{90} 相同，分別與乳化劑以 1：0.25 混合並加蒸餾水乳化。餘同前述方法進行殺蚜效果試驗。

以上定溫箱之溫度為 25℃ ± 1℃，相對濕度為 75% ± 10%，光週期為 14 L：10 D 小時。所有試驗皆以蒸餾水處理為對照組，重複 4 次。

統計分析

各油劑及介面活性劑處理之死亡率用 Abbott’s (1925) 公式校正後，經 SPSS 13.0 統計軟體 (SPSS Inc., 2004) 進行變方分析，當有顯著差異時再用最小顯著差異 (Fisher’s Least Significant Difference, LSD) 法比較處理間之差異性顯著。大豆油之 50%與 90%致死濃度 (LC_{50} 與 LC_{90}) 亦用上述軟體之 Probit 算出。

結　果

大豆油乳化液對棉蚜的致死效果如表 1 所示。於處理後 1、3 及 7 日調查結果，皆以含大豆油濃度 5 mL/L 的致死率最高，分別達 85.6、92.7及95.2%，僅有處理後1日的結果與2.5 mL/L濃度差異不顯著。其次為 2.5 mL/L 濃度，其致死率亦分別達 80.2、84.3 及 84.2%。低濃度的 0.625 與 0.3125 mL/L 顯著最低，分別為 15.8–20.2%與 10.9–13.2%，因此大豆油乳化液對棉蚜的致死率隨濃度的增加而升高。本試驗各濃度處理後所經時間的延長不影響乳化液的致死效果，除 5 mL/L 濃度在處理後 1 日明顯比處理後 3、7 日的致死率較低外，其餘濃度的 3 個調查時間之間皆無顯著差異。但半數致死濃度 (LC_{50}) 在處理後 1、3 及 7 日分別為 1.28、1.14 及 1.09 mL/L，90%致死濃度 (LC_{90}) 分別為 5.78、4.15 及 3.96 mL/L (表 2)，呈現隨處理後經過時間的增長而降低的結果。

表 3 為乳化劑對棉蚜的致死試驗結果，以濃度 5 mL/L 在 3 個調查時間的致死率顯著最高，為 48.9–52.3%。其次為 2.5 mL/L 濃度，致死率在 30.3–31.9%之間。其餘 3 個濃度之間無顯著差異，致死率在 15.4–22.1%之間。因此，乳化劑對棉蚜的致死效果，亦隨濃度增加而升高。乳化劑各濃度的致死效果在 3 個調查時間之間皆無顯著差異，亦不因處理後經過時間的增長而升高。

大豆油乳化液中乳化劑的含量會影響殺蚜結果 (表 4)。處理後 1 日的棉蚜死亡率，以乳化劑 2 混合大豆油 1 的 64.7%最高，顯著高於 1：1、0.5：1 與 0.125：1 的 52.2、52.2 與 40.1%，而略高於 0.25：1 的 58.6%但差異不顯著。在處理後 3 與 7 日的效果皆以 0.125：1 最低，致死率在 40.1–45.0%之間，其餘 4 種濃度比例的效果相近，差異不顯著，所得致死率分別在 53.0–65.5 與 57.2–65.5%之間。

表 1. 大豆油乳化液對棉蚜的致死率

Table 1. The mortalities of *Aphis gossypii* treated with various concentrations of soybean oil

Concentration of oil (mL/L) [z]	Mean of aphid treated (range)	Mortality (%) of aphid at time after treatment		
		1 d	3 d	7 d
5	28.8 (20–38)	85.6 ± 3.3 aB [y]	92.7 ± 2.0 aA	95.2 ± 2.0 aA
2.5	29.3 (21–41)	80.2 ± 3.5 aA	84.3 ± 5.9 bA	84.2 ± 7.7 bA
1.25	37.3 (23–46)	41.2 ± 9.6 bA	42.5 ± 8.8 cA	39.3 ± 9.2 cA
0.625	30.0 (20–40)	19.4 ± 3.1 cA	20.2 ± 3.8 dA	15.8 ± 4.8 dA
0.3125	37.8 (28–52)	13.2 ± 3.6 cA	13.2 ± 3.6 dA	10.9 ± 5.9 dA
0 (control)	24.0 (23–25)			

[z] Emulsified soybean oil was prepared by mixing with emulsifier at 1:1 (V/V) ratio, and tested at five concentrations of oil.
[y] Data on mortality were corrected by Abbott's formula and showed by mean ± sd; means within a column and a row followed by the same letter with lower and upper case, respectively, are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

表 2. 大豆油致死棉蚜之 LC_{50} 與 LC_{90}

Table 2. The LC_{50} and LC_{90} of soybean oil to *Aphis gossypii*

Time after treatment (d)	LC_{50} (mL/L)	LC_{90} (mL/L)
1	1.28 (0.98–1.68) [z]	5.78 (3.80–11.69)
3	1.14 (0.90–1.45)	4.15 (2.94–7.16)
7	1.09 (0.86–1.38)	3.96 (2.81–6.82)

[z] LC_{50} and LC_{90} were expressed as the concentrations of oil. Data in brackets were lower and upper concentrations at 95% confidence limits.

乳化劑分別與四個不同廠牌的大豆油以 0.25：1 的比例混合，其乳化液對棉蚜的致死結果如表 5 所示。在處理後 1 日以台糖大豆油的 62.9%致死率最低，顯著低於大統與泰山大豆油的 78.4%，而 Sigma 的 67.0%居中並與其他廠牌差異不顯著。在處理後 3 與 7 日的致死率則以泰山大豆油的 83.9 與 86.0%較低，其他 3 個廠牌之間則無顯著差異，分別在 89.8–93.8%與 93.0–95.3%之間 (表 5)。

表 3. 乳化劑對棉蚜的致死率

Table 3. The mortalities of *Aphis gossypii* treated with emulsifier solution

Concentration (mL/L)	Mean of aphid treated (range)	Mortality (%) of aphid at time after treatment 1 d	3 d	7 d
5	18.0 (15–22)	48.9 ± 8.7 aA [z]	52.3 ± 6.3 aA	52.3 ± 6.3 aA
2.5	19.3 (15–27)	30.3 ± 1.1 bA	31.9 ± 3.8 bA	31.9 ± 3.8 bA
1.25	20.7 (17–26)	17.7 ± 5.4 cA	22.1 ± 5.8 cA	22.1 ± 5.8 cA
0.625	18.7 (16–21)	17.9 ± 3.2 cA	19.0 ± 2.1 cA	19.0 ± 2.1 cA
0.3125	23.0 (20–26)	15.4 ± 5.0 cA	15.4 ± 5.0 cA	15.4 ± 5.0 cA
0 (control)	17.7 (16–20)			

[z] Data on mortality were corrected by Abbott's formula and showed by mean ± sd; means within a column and a row followed by the same letter with lower and upper case, respectively, are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

表 4. 乳化劑與大豆油不同混合比例對棉蚜的致死效果

Table 4. The mortalities of *Aphis gossypii* treated with different ratios of emulsifier to soybean oil

Ratio of emulsifier to soybean oil [z]	Mean of aphid treated (range))	Mortality (%) of aphid at time after treatment 1 d	3 d	7 d
2:1	21.5 (19–25)	64.7 ± 5.3 a [y]	65.5 ± 5.0 a	65.5 ± 5.0 a
1:1	22.0 (21–24)	52.2 ± 2.1 b	55.3 ± 5.6 ab	58.8 ± 4.3 a
0.5:1	17.8 (17–20)	52.2 ± 5.0 b	53.0 ± 4.1 ab	57.2 ± 6.9 ab
0.25:1	18.0 (17–19)	58.6 ± 14.5 ab	58.1 ± 14.5 a	58.1 ± 14.5 ab
0.125:1	18.0 (16–20)	40.1 ± 4.9 b	43.3 ± 9.6 b	45.0 ± 8.9 b
Water (control)	18.5 (16–21)			

[z] The concentration of soybean oil was 1.09 mL/L (value of LC_{50} of oil against *A. gossypii* at 7 day post-treatment) in all mixture.
[y] Data on mortality were corrected by Abbott's formula and showed by mean ± sd; means within a column followed by the same letter are not significantly different by LSD test at 5% level.

表 5. 四種大豆油對棉蚜的致死率

Table 5. The mortalities of *Aphis gossypii* treated with 4 soybean oils

Oil source [z]	Mean of aphid treated (range)	Mortality (%) of aphid at time after treatment 1 d	3 d	7 d
Sigma	30.5 (17–52)	67.0 ± 3.5 ab [y]	91.2 ± 7.7 ab	93.0 ± 8.0 ab
Great Union	42.0 (30–64)	78.4 ± 9.9 a	89.8 ± 7.7 ab	95.3 ± 4.0 a
Taiwan Sugar	30.8 (20–38)	62.9 ± 10.5 b	93.8 ± 4.6 a	93.8 ± 4.6 ab
Taisun	42.0 (15–36)	78.4 ± 6.8 a	83.9 ± 4.7 b	86.0 ± 4.9 b
Water (control)	29.0 (15–41)			

[z] The oil source is Sigma-Aldrich Co., Great Union Trading Co., Ltd., Taiwan Sugar Corporation, and Taisun Enterprise Co., Ltd., respectively, in order from top. And their concentrations were equal to the LC_{90} on 7 day post-treatment of Sigma-Aldrich with a ratio of emulsifier to soybean oil was 0.25 to 1.
[y] Data on mortality were corrected by Abbott's formula and showed by mean ± sd; means within a column followed by the same letter are not significantly by LSD test at 5% level.

討　　論

大豆油用於防治害蟲的記載，可溯自十九世紀初 (Beattie 2002)，爾後也持續有相關研究。除了以倉儲害蟲 (Schoonhoven 1978; Obeng-Ofori 1995) 及介殼蟲 (Hix *et al.* 1999)、粉蝨 (Butler *et al.* 1991)、葉蟎 (Lancaster *et al.* 2002) 等為防除對象外，也有報告認為大豆油確有殺蚜效果。如 Butler *et al.* (1991) 報導，2%大豆油噴劑可降低棉蚜的數量達 87–95%。López *et al.* (2003) 用 1%的大豆油乳化液處理桃蚜 (*Myzus persicae* Sulzer)，在處理後 36 小時的致死率為 74.6%。與本試驗結果的 LC_{50} 與 LC_{90} [3.96–5.78 與 1.09–1.28 mL/L (表 2)] 相較，使用量皆高出許多 [Butler *et al.* (1991) 的 2%約為 20 mL/L，López *et al.* (2003) 的 1%約為 10 mL/L]。

其他植物油在蚜蟲防除的研究也相當多，如取自葫蘆科種子的油，Mishra *et al.* (2006) 測試 4 種瓜類植物的種子油，其中小苦瓜 (*Momordica dioica* Roxb.) 與瓠瓜 [*Lagenaria siceraria* (Molina)] 在 2%濃度處理偽菜蚜 (*Lipaphis erysimi* Kalt.) 後，經 24 小時偽菜蚜的死亡率分別為 85.0 與 86.6%。Jaastad (2007) 在甜櫻桃休眠後期施用菜籽油 (rapeseed oil) 防治黑櫻桃蚜 [*Myzus cerasi* (Fabricius)]，但防治率因試驗地點而異，20 mL/L 濃度下分別為 58–100%。苦楝油 (neem oil) 更是常被研究的植物油，而且已有商業產品。例如 El Shafie & Basedow (2003) 測試一種德國的苦楝油產品在混合乳化劑後對棉蚜的致死率，4 mL/L 水乳化液處理後 7 天僅為 59.8%，效果不甚理想。上述文中皆未提及乳化劑的比例，但無論比例為何，對蚜蟲的防除效果顯然不如本試驗的大豆油乳化液 (表 2)。

植物精油也是植物油，對蚜蟲可能具有致死效果，相關研究頗多。Tewary *et al.* (2005) 就證實 *Acorus calamus* L. 與 *Zanthoxylum armatum* L. 二種植物的精油在 5000 ppm 劑量下對黑豆蚜 (*Aphis craccivora* Koch) 之致死率分別達 95 與 94%。取自尤加利 (*Eucalyptus globulus* Labill.) 葉片的精油在 3000 與 6000 ppm 劑量下，處理後 24 小時對棉蚜的致死率分別為 84 與 100% (Mareggiani *et al.* 2008)。這些精油的殺蚜效果與本試驗的大豆油相近。另外，精油也可能具有忌避效果。Hori (1998) 曾測試 13 種精油對桃蚜 (*Myzus persicae* Sulzer) 的忌避效果，其中迷迭香 (rosemary)、百里香 (Thyme)、胡椒薄荷 (peppermint)、薰衣草 (lavender)、綠薄荷 (spearmint) 在 10 mm × 20 mm 濾紙上含 10 µL 精油量時即有忌避效果，前二種精油更在 1 µL 時就呈現有效。可見植物精油亦有應用的潛力，可進一步嘗試研究做為殺蚜複方製劑的組成之一。但另一方面，精油的效果會因來源不同而有差異，取用時必須審慎。Rodilla *et al.* (2008) 將一種植物但取自不同部位及季節的材料分別製成精油，比較其對 4 種昆蟲的忌避時就得到證實，作者指出同樣的精油對不同種昆蟲會有不同效果，同一種植物取自不同部位或季節的精油，效果亦呈現差異。因此，植物精油雖有應用的潛力，在取用時，應注意斟酌上述的差異影響。且來源要可靠，每批材料仍須再試驗確認其效果。

除了植物油之外，礦物油的使用已逾二世紀 (Miller 1983; Beattie 2002)。由於早期產品易造成植物的傷害，研究人員乃一直致力於減少此類藥害的改善。至今已有較安全的產品上市，如 *n*C24 油 (Biopest® oil, SACOA pty. Ltd.) (Narjar-Rodríguez *et al.* 2008)。其測試結果，該 *n*C24 油濃度在 2.5 µL/mL 時對棉蚜有 100%的致死率，儘管在 1 µL/mL 時降至 50%以下，而且不論該產品含乳化劑的比例為何，其效果皆優於本試驗的大豆油 (表 2)。因此，研製複方時，低藥害的礦物油也是可考慮的選擇。

乳化油品的乳化劑也可能扮演殺蟲角色。如同 Yu & Chen (2009) 在比較 3 種植物油的殺蟎效果的文中述及 Tween 80 與 Span 80 具有殺蟎能力，本試驗也驗證了該類乳化劑對棉蚜亦有致死效果 (表 3)，而且混合的量愈多效果愈好 (表 4)。效果與 Narjar-Rodríguez *et al*. (2008) 所報導 Biopest® oil 的非離子乳化劑有異。該乳化劑濃度在 5 μL/mL 時對棉蚜約有 80%的致死率，而本試驗在 5 mL/L 處理後 7 日亦僅為 52.3% (表 3)，但同樣驗證了乳化劑除乳化作用之外，在殺蚜上亦扮演重要角色。由於乳化劑的價格通常比食用大豆油高，實際上應考慮減少乳化劑的用量。因此，本試驗亦進行乳化劑不同混合量的比較。由表 4 結果可看出，乳化劑混合量為大豆油的 1/4 時，效果與較高劑量處理的差異不顯著，此結果在實用上可降低製劑成本，可供作製劑時參考。

大豆油的組成，包括所含各類脂肪酸的比例，在不同產品之間可能存在差異。市售的食用大豆油品牌雖不只本試驗於坊間隨機購用的這 3 種，但比較 3 者的殺棉蚜效果，差異並不大。因此，食用大豆油用於連續採收作物收穫期間的棉蚜防治具有潛力。

誌　　謝

本研究承本組同仁溫美貞、葉玉惠、張秀瑜、李思慧小姐及吳育誠先生等，協助棉蚜的飼養及其寄主植物的栽培等試驗工作，在此一併致謝。

引用文獻 (Literature cited)

Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265–267.

Adhvaryu, A., S. Z. Erhan, and J. M. Perez. 2004. Tribological studies of thermally and chemically modified vegetable oils for use as environmentally friendly lubricants. Wear 257:359–367.

Beattie, G. A. C. 2002. Oils as pesticides. p.24–28. *in*: Spray Oils Beyond 2000: Sustainable Pest and Disease Management. (A. Beattie, D. Watson, M. Stevens, D. Rae, and R. Spooner-Hart, eds.) Univ. Western Sydney.

Butler, G. D. Jr., S. N. Puri, and T. J. Henneberry. 1991. Plant-derived oil and detergent solutions as control agents for *Bemisia tabasi* and *Aphis gossypii* on cotton. Southwest. Entomol. 16:331–337.

Chang, Y. M., C. H. Hsiao, W. Z. Yang, S, H. Hseu, Y. J. Chao, and C. H. Huang. 1987. The occurrence and distribution of five cucurbit viruses on melon and watermelon in Taiwan. J. Agric. Res. China 36: 389–397. (in Chinese with English abstract)

Chang, Y. Y. 2007. Treatment of Trichloroethylene in Aqueous Solution Using Nanoscale Zero-Valent Iron Emulsion. Master thesis, Institute of Environmental Engineering, Sun Yat-Sen Univ. 161 pp. (in Chinese with English abstract)

Chan, C. K., A. R. Forbes, and D. A. Raworth. 1991. Aphid-Transmitted Viruses and Their Vectors of the World. Agric. Can. Res. Branch Tech. Bull. 1991. 216 pp.

El Shafie, H. A. F. and T. Basedow. 2003. The efficacy of different neem preparations for the control of insects damaging potatoes and eggplants in the Sudan. Crop Prot. 22:1015–1021.

Griffin, W. C. 1949. Classification of surface-active agents by HLB. J. Soc. Cosmet. Chem. 1:311–326.

Hix, R. L., C. D. Pless, E. E. Deuton, and C. E. Sams. 1999. Management of San Jose scale on apple with soybean-oil dormant sprays. HortScience 34:106–108.

Hori, M. 1998. Repellency of rosemary oil against *Myzus persicae* in a laboratory and in a screen house. J. Chem. Ecol. 24:1425–1432.

Jaastad, G. 2007. Late dormant rapeseed oil treatment against black cherry aphid and cherry fruit moth in sweet cherries. J. Appl. Entomol. 131:284–288.

Lancaster, A. L., D. E. Deyton, C. E. Sams, J. C. Cummins, C. D. Pless, and D. C. Fare. 2002. Soybean oil controls two-spotted spider mite on burning bush. J. Environ. Hort. 20:86–92.

López, B. M., V. L. López, and C. C. Sobrino. 2003. Repellency and toxicity of oils from different origins on *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphodidae) in pepper. Span. J. Agric. Res. 1: 73–77. (short communication)

Mareggiani, G., S. Russo, and M. Rocca. 2008. *Eucalyptus globulus* (Mirtaceae) essential oil: efficacy against *Aphis gossypii* (Hemiptea: Aphididae), an agricultural pest. Rev. Latinoam. Quím. 36:16–21.

Miller, R. L. 1983. Spray oil insecticides effectively control some insect and mites. Am. Nurseryman 158:37–43.

Mishra, D., A. K. Shukla, A. K. Dubey, A. K. Dixit, and K. Singh. 2006. Insecticidal activity of vegetable oils against mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt., under field condition. J. Oleo Sci. 55:227–231.

Najar-Rodríguez, A. J., N. A. Lavidis, R. K. Mensah, P. T. Choy, and G. H. Walter. 2008. The toxicological effects of petroleum spray oils on insects-evidence for an alternative mode of action and possible new control potions. Food Chem. Toxicol. 46:3003–3014.

Obeng-Ofori, D. 1995. Plant oils as grain protectants against infestations of *Cryptolestes pusillus* and *Rhyzopertha dominica* in stored grain. Entomol. Exp. Appl. 77:133–139.

Rodilla, J. M., M. T. Tonoco, J. C. Morais, C. Gimenez, R. Cabrera, D. Martin-Benito, L. Castillo, and A. Gonzalez-Coloma. 2008. *Laurus novocanariensis* essential oil: seasonal variation and valorization. Biochem. Syst. Ecol. 36:167–176.

Schoonhoven, A. V. 1978. The use of vegetable oils to protect stored beans from bruchid attack. J. Econ. Entomol. 71:254–256.

Tao, C. C. 1990. *Aphis gossypii* Glover. p.176–177. *in*: Aphid-Fauna of Taiwan Province, China. (Tao, C. C., ed.) Taiwan museum. (in Chinese)

Tewary, D. K., A. Bhardwaj, and A. Shanker. 2005. Pesticidal activities in five medicinal plants collected from mid hills of western Himalayas. Ind. Crops Prod. 22:241–247.

Toper Kaygin, A., G. Görür, and F. Çota. 2008. Contribution to aphid (Homoptera: Aphididae) species damaging on woody plants in Bartin, Turkiye. Int. Nat. Eng. Sci. 2:83–96.

Tsolakis, H. and S. Ragusa. 2008. Effects of mixture of vegetable and essential oils and fatty acid potassium salts on *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis*. Ectoxicol. Environ. Saf. 70:276–282.

Xie, Y. and M. Isman. 1995. Toxicity and deterrency of depitched tall oil to the green peach aphid, *Myzus persicae*. Crop Prot. 14:51–56.

Yu, J. Z. and B. H. Chen. 2001. Effect of concealment and rearing density on the development and survival of *Lemnia biplagiata* (Coleoptera: Coccinellidae). J. Agri. China 50:68–74. (in Chinese with English abstract)

Yu, J. Z. and B. H. Chen. 2009. Acaricidal efficacy of three vegetable oils on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). J. Taiwan Agric. Res. 58: 136–145. (in Chinese with English abstract)

Yu, J. Z., B. H. Chen, and Y. C. Liu. 1997. Resistance of three muskmelon cultivars to *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). Chin. Entomol. 17:245–256. (in Chinese with English abstract)

Aphicidal Efficacy of Emulsified Soybean Oil Against *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) [1]

Jih-Zu Yu [2]

Abstract

Yu, J. Z. 2009. Aphicidal efficacy of emulsified soybean oil against *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). J. Taiwan Agric. Res. 58:265–272.

A study on the mortality of cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover) treated with soybean oil and its emulsifier was conducted in laboratory under 25℃ ± 1℃. Results revealed that the aphicidal efficacy of soybean oil emulsion was available. The LC_{50} and LC_{90} of soybean oil were 1.09–1.28 and 3.96–5.78 mL/L, respectively. The emulsifier was also effective against cotton aphid. The emulsifier and soybean oil in the ratio of 0.25 to 1 had no significant difference from 2:1, and there was no difference among Sigma-Aldrich R&D grade and 3 market products of soybean oil comparing their aphicidal efficacy. However, the edible soybean oil emulsified with Tween 80 and Span 80 is potentially preventable for *A. gossypii* control.

Key words: *Aphis gossypii*, Soybean oil, Emulsifier.

---

1. Contribution No.2375 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: October 23, 2009.
2. Assistant Entomologist, Applied Zoology Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, e-mail: jzyu@tari.gov.tw; Fax: (04)23317600.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 58(4):273–282 (2009)

貯藏溫度對'台農 17 號'鳳梨果實內部褐化之研究[1]

薛百祺[2] 唐佳惠[3] 官青杉[3] 李堂察[2,4]

摘　要

薛百祺、唐佳惠、官青杉、李堂察。2009。貯藏溫度對'台農 17 號'鳳梨果實內部褐化之研究。台灣農業研究 58:273–282。

鳳梨以低溫或常溫等方式進行貯運，一般業者多以 5–10℃為貯運時之貯藏溫度，僅少數業者使用 12.5℃。低溫貯藏 2 週再經 25℃櫥架 4 天，貯於 5℃之果實內部褐化症狀皆已達 5 級 (即褐化面積佔果心及其附近果肉面積 50%)，故評定為喪失櫥架壽命；而貯於 12.5℃之果實，經同樣貯藏及櫥架期後，果實內部褐化程度才達 1 級 (即褐化面積佔果心及其附近果肉面積 1–2%)，顯示，最適合'台農 17 號'之貯運溫度為 12.5℃，在此溫度下可貯藏 4 週再加 25℃下 4 天櫥架仍保有商品價值。目視記錄褐化指數並綜合亮度、彩度及色相角之變化，可客觀表達較微小的顏色變化，有助於褐化情形之判讀。果實貯藏於 12.5℃和 25℃並移入 25℃櫥架 4 天後，苯丙氨酸解氨酶 (phenylalanine ammonia lyase; PAL) 及過氧化物酶 (peroxidase; POD) 活性均隨貯藏時間之延長而增加，而貯於 5℃之果實 PAL 和 POD 活性顯著低於貯於 12.5℃之果實。多酚氧化酶 (polyphenol oxidase; PPO) 活性隨貯藏時間之延長而降低，但貯於 12.5℃之果實顯著高於貯於 5℃及 25℃之果實。

關鍵詞：苯丙氨酸解氨酶、多酚氧化酶、過氧化物酶、老化、寒害。

前　言

鳳梨果實內部褐化 (internal browning, IB) 也常被稱為「黑心 (blackheart)」，發生原因與生育期或貯藏期遭遇果實無法調適的低溫 (Chang & Wu 1961; Paull & Rohrbach 1985; Simth 1987)、品種、微生物為害 (Cho *et al.* 1977)、施用生長調節物質及果實老化 (Paull & Rohrbach 1985; Simth 1987) 有關。有關鳳梨果實因低溫而導致寒害的報告早被廣為討論，其症狀如冠芽異常、果實轉色異常、果皮褐化、變色及果實內部褐化等。內部褐化通常由基部近果心處果肉呈水浸狀組織，或果實內部出現褐色至黑色的變色情形 (Paull 1990)。鳳梨最適貯藏溫度已有多篇研究報告 (Miller & Heilman 1952; Huang 1968; Rohrbach & Paull 1982; Paull & Rohrbach 1985; Chang 1991)，但仍無定論，如國內曾有報告指出'開英種'鳳梨

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2377 號。接受日期：98 年 11 月 18 日。
2. 國立嘉義大學園藝學系前碩士班研究生及教授。台灣　嘉義市。
3. 本所嘉義農業試驗分所園藝系助理研究員及助理研究員。台灣　嘉義市。
4. 通訊作者，電子郵件: tclee@mail.ncyu.edu.tw；傳真：(05)2753295。

之貯藏適溫為 5–15℃ (Huang 1968)，輸日果實可在 5℃貯藏 1 週 (Chang 1991)，但也有報告指出貯藏適溫應為 8℃ (Rohrbach & Paull 1982)，甚至貯藏期達 1 週時應高於 10℃ (Miller & Heilman 1952) 或 12℃ (Paull & Rohrbach 1985)。

'台農 17 號'鳳梨為台灣栽培面積及外銷最多之品種，但貯運過程中常發生內部褐化，致使失去商品價值，然老化與低溫皆可能引起果實內部褐化。因此，是否能以其他項目，如酵素活性變化等予以釐清，仍可探討。鳳梨果實內部褐化與苯丙氨酸解氨酶 (phenylalanine ammonia-lyase, PAL) (Zhou *et al*. 2003)、多酚氧化酶 (polyphenol oxidase, PPO) (Stewart *et al*. 2001) 等之活性有關。PAL 催化苯丙胺酸 (phenylalanine) 分解生成兒茶素 (catachol) 等褐化基質。PPO 存在於葉綠體及粒線體中 (Mayer & Harel 1979)，當鳳梨老化 (Soler 1993) 或因寒害使膜質異常，在細胞隔室作用消失，使液胞中的酚類物質由 PPO 催化成醌類物質之反應而致褐色物質產生，因此，並非 PPO 活性增加即表示果肉已發生褐變。至於過氧化物酶 (peroxidase, POD) 亦參與酚類物質褐化反應，但與鳳梨果實內部褐化之對應關係則仍待探討。

本試驗之目的即探討貯藏溫度與'台農 17 號'鳳梨果實內部褐化及 PAL、PPO 和 POD 等酵素活性之變化，期能瞭解溫度對果實內部褐化、酵素活性之影響及最適之貯運溫度。

材料與方法

試驗材料

本研究以'台農 17 號'金鑽鳳梨果實供試，於 7 月份天候晴朗時，請嘉義縣民雄鄉陳姓專業鳳梨果農以鐮刀割取採收，成熟度為果實 1/3–1/2 轉色，採收當日立即以果實直立方式置於紙箱中，載運至實驗室，載運過程為 1 小時以內，並立即進行試驗。

試驗方法

將運回實驗室之果實逐果修整果梗、編號、秤重，除當天及櫥架 4 天用之果實以樣品籃裝盛備用，其餘果實分別直立置於紙箱中，於 12.5℃及 5℃進行連續 4 週之貯藏試驗，每隔 1 週取出乙次，分別於取出當天和移入 25℃櫥架 4 天後進行各項調查，並以置於 25℃之果實為對照，試驗中 3 種貯藏溫度皆為 ± 2℃。調查項目包括：果心及果肉顏色之變化、褐化症狀官能品評及酵素活性，每樣品 1 果，計 5 重複。

果心及果肉顏色測定：以色差計 (Hunter Lab color flex 450；標準色板 L* = 93.31、a* = 負 1.00 及 b* = 1.23) 分別測定位於果實近果梗端 1/3 處左側及右側之 L*值、a*及 b*值。L*值為果肉之明亮度，介於 0 (黑) –100 (白)，以 tan^{-1} (b/a) 計算色相角度 (hue angle)，表示果實顏色色相變化。以紅色–紫色為 0° (360°)；黃色為 90°；青色為 180°；藍色為 270°。以 (a2 + b2)1/2 計算彩度 (chroma)，介於 0 (灰色，弱) –100 (鮮明，強)。

果心症狀官能品評及酵素活性測定：內部褐化程度之官能品評方式按 Paull & Rohrbach (1985) 所述。酵素分析用組織取樣時，分別切取果實基部 (果梗端) 果心及果肉部位，以液態氮固定後置於-70℃冷凍櫃中備用，測定時取出不經回溫直接分析，酵素活性測定方法為：

苯丙氨酸解氨酶活性分析：依 Zhou *et al*. (2003)，修改為秤取果心組織 10 g，於冰浴中以海砂及含 5 mM β-mercaptoethanol、2 mM EDTA 及 1% PVPP (w/v) 配置成硼酸緩衝液 (borate buffer; 0.1 M, pH 8.8) 15 mL 進行研磨，於 4℃靜置 1 小時後濾取 (Adventec 濾紙) 澄清液，再以 12,000 rpm 離心 15 分鐘取上清液，於 40℃震盪 (含其後所稱震盪皆為 50 rpm 水浴) 15 分鐘成酶萃取液，取 0.25 mL 萃取液加

入含 60 mM L-苯丙氨酸之硼酸緩衝液為反應液 2.75 mL，於 40℃震盪 1 小時，之後加入 6 N HCl 0.1 mL 終止反應。反應液以分光光度計 (日本島津公司出品，型號 UV-1601) 測定 290 nm 吸光值。以含 60 mM L-phenylalaninein 之硼酸緩衝液 3 mL 及 6 N HCl 0.1 mL 之溶液為空白做為活性比對，PAL 活性以每小時每克鮮重之測定值 OD 290 $h^{-1}\cdot g^{-1}$ 表示。

多酚氧化酶及過氧化物酶活性分析：二種酶之萃取方法按 Lee & Smith (1979) 所述，修正為秤取 1 g 樣品，於冰浴中加入海砂及磷酸緩衝溶液 (phosphate buffer; 0.1 M, PPO 測定所用者為 pH 7.4, POD 測定所用者為 pH 6) 5 mL 進行研磨，其過濾、離心取上清液備用步驟如前述 PAL 方法。測定 PPO 活性時，以磷酸緩衝溶液 1.9 mL 加入 0.5 M 兒茶酚 0.2 mL，於 25℃震盪 15 分鐘以穩定溫度製成反應液，加入前述製備之上清液 0.1 mL，以分光光度計測定 420 nm 吸光值。POD 活性之測定則按 Johnson & Cunningham (1972) 所述，修正為反應基質以含 3.6 mM 創癒木酚之磷酸緩衝液 2 mL，加入蒸餾水 0.4 mL 及 13.5 mM 之 H_2O_2 0.2 mL，於 25℃震盪 15 分鐘以穩定溫度製成反應液，加入前述製備之上清液 0.1 mL 震盪 3 分鐘，再以分光光度計測定 470 nm 吸光值。二種酶測定時皆以其反應液為空白組做為比對標準，PPO 及 POD 活性分別以其樣品組比對空白組在 OD_{420} 及 OD_{470} 波長下 1 分鐘內的數值變化量，並分別以每分鐘每公克鮮重之 OD_{420} 增加量 $\Delta OD_{420}\ min^{-1}\cdot g^{-1}$ 及 OD_{470} 變化量 $\Delta OD_{470}\ min^{-1}\cdot g^{-1}$ 表示。

結果與討論

貯藏溫度對果實內部褐化之影響

鳳梨果實於採收當日、經 25℃櫥架 4 天及分別在 5℃、12.5℃及 25℃下貯藏 1 週，內部皆未呈現明顯變化，然貯藏 1 週再移到 25℃櫥架 4 天後，內部褐化程度隨貯藏溫度之下降而增加 (圖 1)。貯藏 2 週之果實取出當日，果實內部仍無明顯變化，然再經 4 天之櫥架，則貯

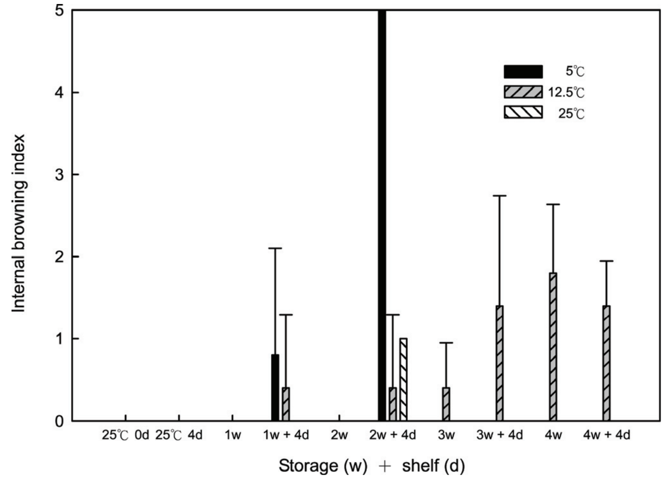

圖 1. 貯藏溫度對'台農 17 號'鳳梨果實內部褐化之影響。貯於 5℃及 25℃之果實在貯藏 3 週取出時，即因劣變無商品價值而未列數據。

Fig. 1. Effects of storage temperatures on internal browning of 'TN 17' pineapple fruits. w: weeks of storage in cold room at 5℃, 12.5℃, and 25℃; d: days of storage on shelf at 25℃. Each bar represents the mean value (± SE) of 5 fruits.

於 5℃之果實，果實內部褐化已達第 5 級，即褐化面積已超過 50%。而貯於 25℃之果實，自採收日起迄該日已達 18 天，此時果實內部稍有褐變症狀，惟貯藏於 12.5℃之果實，即使經 4 天櫥架後，內部褐化程度仍未達 1 級。貯藏期延長至 3 週後，貯於 5℃及 25℃之果實皆已明顯劣變而失去商品價值，而貯藏於 12.5℃之果實，經 3 週貯藏、3 週貯藏再於 25℃櫥架 4 天、4 週貯藏及 4 週貯藏再於 25℃櫥架 4 天等處理，其果實內部褐化程度分別為 0.4 級、1.4 級、1.8 級及 1.4 級，褐化面積皆尚未達 10% (圖 1)。顯示，'台農 17 號'金鑽鳳梨果實貯運溫度宜採用 12.5℃，且可在此溫度下貯藏 4 週再經 25℃櫥架 4 天仍保有商品價值。

貯藏溫度對果實內部顏色變化之影響

果實置於 25℃之亮度，不論果心或果肉皆介於 77.0–81.1 之間，且無明顯變化趨勢 (表 1)。貯藏於 12.5℃，各次取出當天之亮度雖無明顯變化趨勢，但移至 25℃櫥架 4 天後，則似有下降趨勢。至於貯藏於 5℃之果實，經 2 週貯藏再移至 25℃櫥架 4 天後，其果心及果肉之

表 1. 貯藏溫度對'台農 17 號'鳳梨果實內部顏色變化之影響

Table 1. Effects of storage temperatures on internal color of 'TN 17' pineapple fruits

	Internal color [z]					
	Lightness			Chroma		
Treatment [y]	5℃	12.5℃	25℃	5℃	12.5℃	25℃
Core						
25℃+ 0d	77.0 a A	77.0 ab A	77.0 c A	34.4 b A	34.4 cd A	34.4 c A
25℃+ 4d	78.8 a A	78.8 ab A	78.8 bc A	34.7 b A	34.7 cd A	34.7 c A
1w	77.6 a A	79.0 a A	80.6 ab A	30.7 c B	31.3 d B	41.8 ab A
1w + 4d	76.5 a A	73.9 b A	79.6 ab A	35.6 b B	37.5 bc AB	41.0 ab A
2w	76.4 a C	78.4 ab B	81.1 a A	34.1 bc B	35.3 c B	40.6 b A
2w + 4d	73.0 b C	76.8 ab B	79.7 ab A	40.2 a B	50.4 a A	43.5 a B
3w	— [x]	78.5 ab	—	—	36.4 c	—
3w + 4d	—	74.3 ab	—	—	38.1 bc	—
4w	—	75.3 ab	—	—	40.6 b	—
4w + 4d	—	76.2 ab	—	—	40.6 b	—
Pulp						
25℃+ 0d	78.8 a A	78.8 a A	78.8 b A	45.7 a A	45.7 de A	45.7 b A
25℃+ 4d	79.6 a A	79.6 a A	79.6 ab A	46.2 a A	46.2 cd A	46.2 b A
1w	77.6 a A	79.0 a A	80.3 ab A	44.4 ab A	45.9 de A	44.4 b A
1w + 4d	77.1 a B	77.0 ab B	81.1 a A	46.6 a A	51.0 a A	50.2 a A
2w	77.5 a B	79.1 a AB	80.6 ab A	45.4 a A	42.0 e AB	38.8 c B
2w + 4d	73.0 b B	76.8 ab A	79.3 ab A	40.2 b B	50.4 ab A	43.1 b B
3w	—	78.4 a	—	—	46.9 bcd	—
3w + 4d	—	74.3 b	—	—	47.5 abcd	—
4w	—	77.6 a	—	—	48.0 abcd	—
4w + 4d	—	77.0 ab	—	—	50.1 abc	—

[z] 25℃: storage temperature on shelf; 5℃ and 12.5℃: storage temperature in cold room.

[y] Means in each column with the same lower letter are not significantly different at 5% level among different storage duration treatments. Means in each row with the same capital letter are not significantly different at 5% leave among different storage temperature treatments.

[x] —: Not determined due to severe decay.

亮度已顯著低於新鮮果實，且經 2 週之貯藏，各貯藏溫度間之亮度有顯著差異。顯示，鳳梨果實貯藏於 5℃下 2 週後將使亮度明顯下降 (表 1)，應可作為果實褐化指標。至於果實內部色相角度之變化情形則貯藏隨溫度而異，貯藏於 5℃之果實內部顏色逐漸偏向暗沉，貯藏於 12.5℃之果實可維持內部顏色較接近黃色，而貯於 25℃之果實，內部顏色之色相角度由剛採收之 86–87°逐漸降至 78–79°，顯示顏色逐漸由黃色偏向橙色 (圖 2)；貯藏於 12.5℃下經移溫後彩度似有上升趨勢，貯藏於 5℃之果實貯藏 2 週經櫥架 4 天後，雖果心彩度提高而果肉彩度降低，但因褐化嚴重果肉與果心顏色差異不大。

鳳梨果實在 25℃貯藏至採後 18 天時 (貯藏 2 週 ＋4 天櫥架)，其內部亦出現褐化症狀。此外，內部褐化等級隨貯藏溫度之下降而增加，惟經 4 週 12.5℃之貯藏再經 4 天櫥架，其褐化面積仍未達 10% (圖 1)。貯藏於 5℃顏色逐漸偏向暗沉 (表 1、圖 2)。Mohammed & Wickham (1997) 指出貯於 20℃之鳳梨果實 L*值較高，為 50.75，溫度降至 10℃或提高至 30℃，皆使 L*值顯著降低，延長貯藏天數同樣使 L*值下降。而在 8℃貯藏 3 週再經 4 天櫥架，會使 a*值及 b*值呈下降趨勢，但對 L*值無明顯影響 (Abdullah *et al.* 2000)，此與本試驗貯於 25℃之果實，不論果心或果肉之 a*值皆逐漸增

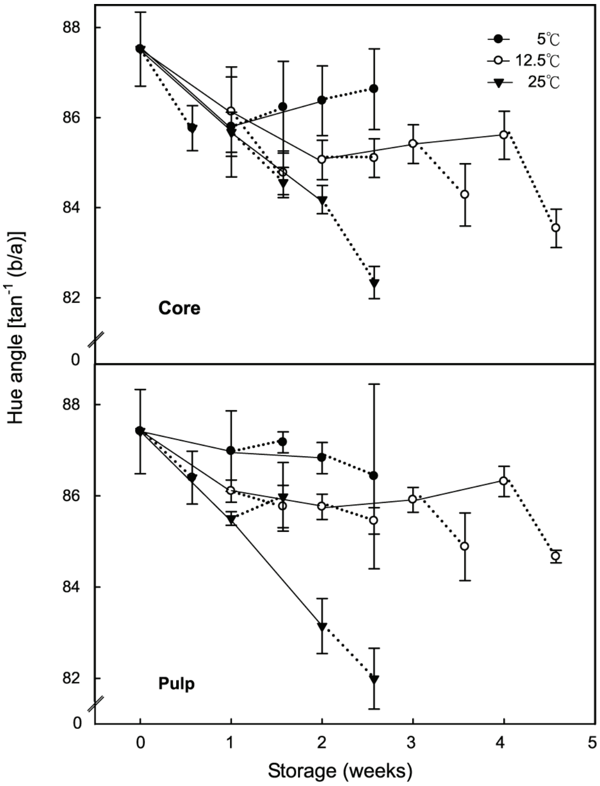

圖 2. 貯藏溫度對‘台農 17 號’鳳梨果實內部色相角度變化之影響。

Fig. 2. Effects of storage temperatures on internal hue angle of ‘TNG 17’ pineapple fruits. w: weeks of storage in cold room at 5℃, 12.5℃ and 25℃; dotted line: 4 days of storage on shelf at 25℃. Each bar represents the mean value (± SE) of 5 fruits.

加，果肉之 b*值先上升後再下降之結果並不相符，而與貯藏於 5℃及 12.5℃之果實隨貯藏天數延長而有 L*值下降之變化似乎較為類似。此外，隨貯藏期之延長，彩度逐漸增加明度卻下降，顯示果心及果肉之顏色變深，25℃下貯藏 1 週，即使未經櫥架 4 天，果心的彩度已增加至比貯於 5℃下 2 週加 25℃下 4 天櫥架及 12.5℃貯藏 4 週加 25℃下 4 天櫥架更高，且再對應明度的下降趨勢，明白顯示顏色往褐化進行。因此，除以目視記錄褐化指數外，若能綜合亮度、彩度及色相角的變化，將可使讀者客觀瞭解較微小的顏色變化。

果心及果肉酵素活性測定

鳳梨果實分別在於 12.5℃及 5℃下貯藏 1、2、3 及 4 週，另在 25℃下貯放 1 及 2 週，且皆分別有一組果實再經 4 天之櫥架，分別取樣後分析酵素之活性，結果顯示貯於較低溫度下之果實，不論果心或果肉在取出當天，組織內 PAL 活性皆較低。尤以貯於 5℃之果實，在整個貯藏期間組織內之 PAL 活性皆較剛採收之果實為低。然貯藏後取出置於 25℃櫥架 4 天後再分析 PAL 活性，其結果與貯放於 25℃之果實相同，皆呈活性上升之趨勢 (圖 3)。PPO 之活性以貯藏於 12.5℃者較高，貯於 25℃者之

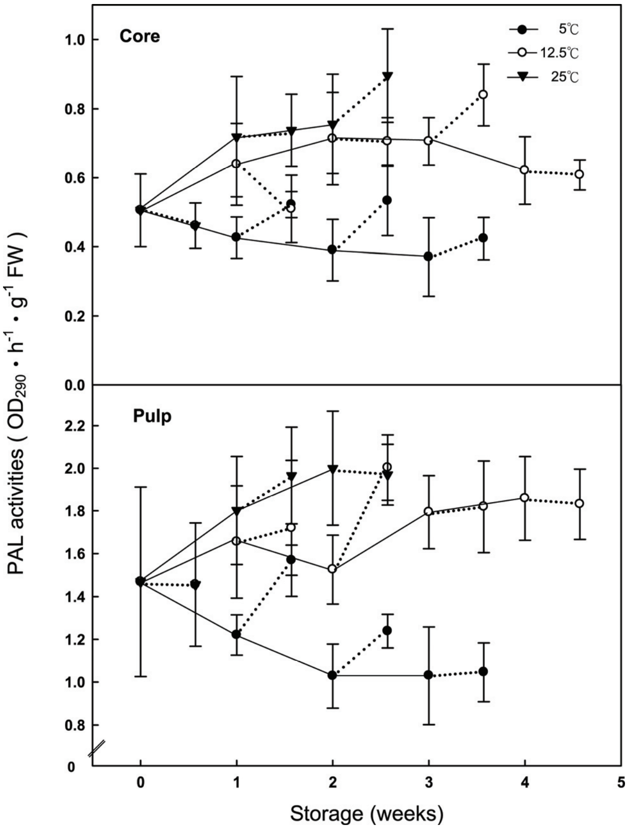

圖 3. 貯藏溫度對‘台農 17 號’鳳梨果實苯丙氨酸解氨酶活性之影響。

Fig. 3. Effects of storage temperatures on phenylalanine ammonia-lyase activities in ‘TNG 17’ pineapple fruits. w: weeks of storage in cold room at 5℃, 12.5℃ and 25℃; dotted line: 4 days of storage on shelf at 25℃. Each bar represents the mean value (± SE) of 5 fruits.

活性較低，貯於 5℃者則介於前二者之間。貯藏後再 25℃櫥架 4 天，果心之 PPO 活性較取出日更低，果肉之 PPO 活性，則僅在較高溫下貯藏，或貯藏於 12.5℃下 1 週有活性上升之趨勢，其餘處理之活性皆呈下降之趨勢 (圖 4)。至於 POD 之活性，以貯藏於 12.5℃以上之溫度者較高，貯於 5℃者則較低，貯藏後再移置於 25℃者，其活性大致呈下降之趨勢 (圖 5)。

許多學者指出鳳梨內部褐化為一種酵素性褐變，較常被討論與之有關者，如低溫貯藏可造成鳳梨果實內部褐化，且有 PAL 及 PPO 活性上升之趨勢 (Stewart *et al*. 2001; Zhou *et al*. 2003)。POD 與貯藏溫度之關係則似尚無定論，有指出低溫使之活性增加 (Weerahewa & Adikaram 2005)，亦有二者間無關係之報告 (Zhou *et al*. 2003)；然而 Soler (1993) 指出過氧化氫酶 (catalase) 較 POD 更適合作為老化的標幟，但亦不否定其具減緩老化及水浸狀的作用，且 Zhou *et al*. (2003) 數據顯示於 25℃下貯藏 4 週，其 POD 活性顯著高於 13℃貯藏 3 週

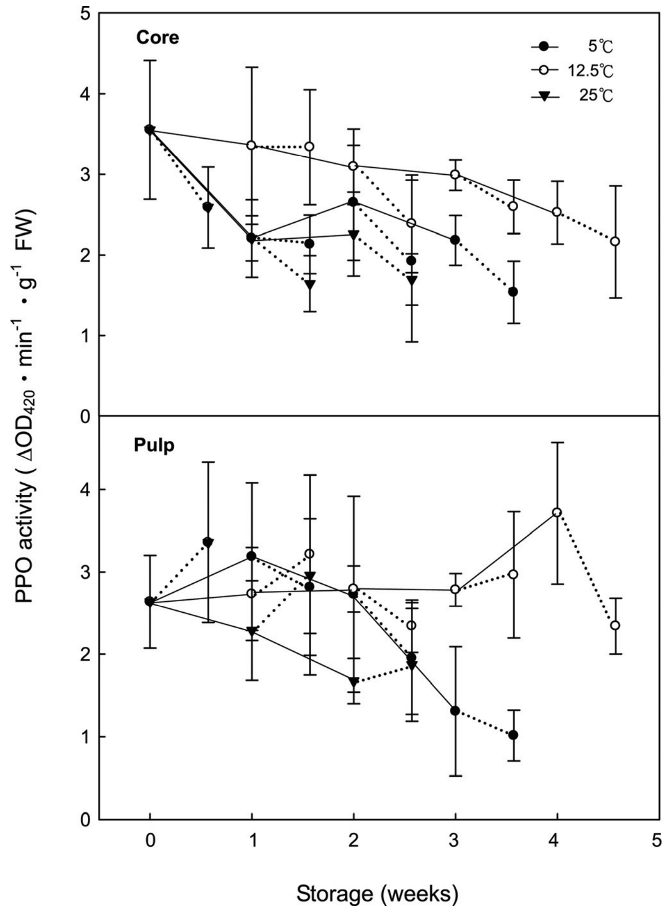

圖 4. 貯藏溫度條件對'台農 17 號'鳳梨果實多酚氧化酶活性之影響。

Fig. 4. Effects of storage temperatures on polyphenol oxidase activities in 'TNG 17' pineapple fruits. w: weeks of storage in cold room at 5℃, 12.5℃ and 25℃; dotted line: 4 days of storage on shelf at 25℃. Each bar represents the mean value (± SE) of 5 fruits.

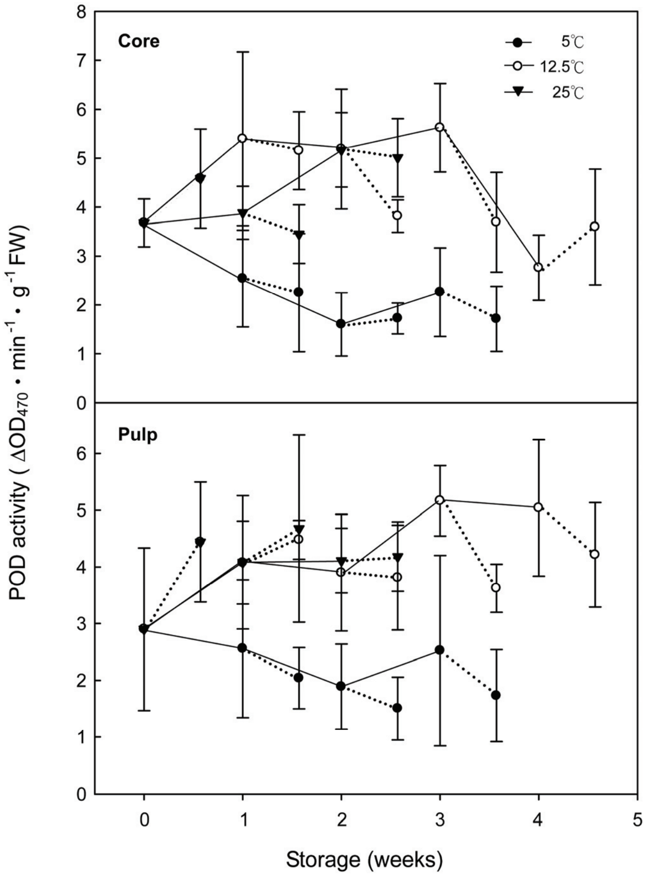

圖 5. 貯藏溫度對‘台農 17 號’鳳梨果實過氧化酶活性之影響。

Fig. 5. Effects of storage temperatures on peroxidase activities in ‘TN 17’ pineapple fruits. w: weeks of storage in cold room at 5℃, 12.5℃ and 25℃; dotted line: 4 days of storage on shelf at 25℃. Each bar represents the mean value (± SE) of 5 fruits.

再經 25℃櫥架 1 週者，catalase 雖未達顯著差異，但亦具相同現象，因此 POD 存在是造成褐變或減緩氧化逆境造成的傷害，有待進一步釐清。Zhou *et al.* (2003) 指出，鳳梨果心及果肉之 PPO 活性無顯著差異，但以果心為高。貯於 8.5℃ 低溫者，PPO 活性較貯於常溫者高 (Chitarra & Silva 1996)，此二點與本研究之結果相符；惟本研究在 PAL 活性之分析結果，則並非經貯藏後之果實較高。由於 Zhou *et al.* (2003) 曾建議，分析因寒害造成褐變果肉之酵素活性時，需視貯藏後之時間而異，亦即貯藏初期宜分析近果心處之果肉，而隨著貯藏期之推延，則以果實下半部果肉為宜。本研究在酵素活性上與前人指出不同等差異，是否與採樣時機及部位有關，仍待進一步探討。

誌 謝

本研究承蒙行政院農業委員會 97 農科-4.2.2-農-C2 (6)、農糧署 96 農科-4.2.2-糧-Z1 (13) 及 97 農科-4.2.2-糧-Z1 (12) 計畫補助經費，嘉義縣民雄鄉陳映延先生協助試驗始得以完成，謹此誌謝。

引用文獻 (Literature cited)

Abdullah, H., M. A. Rohaya, H. Rosli, and N. M. Selamat. 2000. Handling and transportation trial of pineapple by sea shipment form Malaysia to the United Kingdom. Acta Hort. 529:317–327.

Chang, C. C. 1991. Studies on the picking maturity of 'Tainung NO.4' pineapple for export. J. Taiwan Agric. Res. 40:37–44. (in Chinese with English abstract)

Chang, T. S. and Y. C. Wu. 1961. Studies on internal (endogenous) brown spot of pineapple fruit. Plant Prot. Bull. 3:197–206. (in Chinese with English abstract)

Chitarra, A. B. and J. M. Silva. 1996. Effect of modified atmosphere on internal browning of 'smooth cayenne' pineapple. Acta Hort. 334:85–89.

Cho, J. J., K. G. Rohrbach, and W. J. Apt. 1977. Induction and chemical control of rot caused by Creatocystis paradoxa on pineapple. Phytopathology 67: 700–703.

Huang, C. C. 1968. Studies on the stage of maturity and storage temperature in relation to the quality of pineapple fruits. J. Chinese Soc. Hort. Sci. 14: 125–131. (in Chinese with English abstract)

Johnson, L. B. and B. A. Cunningham. 1972. Peroxidase activity in healty and leaf-rust-infected weat leaves. Phytochemistry 11:547–551.

Lee, C. Y. and N. L. Smith. 1979. Blanching effect on polyphenol oxidase activity in table beets. J. Food Sci. 44:82–83.

Mayer, A. M. and E. Harel. 1979. Polyphenol oxidase in plants. Phytochemistry 18:193–215.

Miller, E. V. and A. S. Heilman. 1952. Ascorbic acid and physiological breakdown in the fruits of the pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) Science 116:505–506.

Mohammwd, M. and L. Wickham. 1997. Biochemical changes and sensory evaluations in pineapple during storage at refrigerated and non-refrigerated temperatures. Acta Hort. 425:571–580.

Paull, R. E. 1990. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. p.17–36. *in*: Chilling Injury of Horticultural Crops. (Wang, C. Y., ed.) CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

Paull, R. E. and K. G. Rohrbach. 1985. Symptom development of chilling injury in pineapple fruit. J. Am. Soc. Hort. Sci. 110:100–105.

Rohrbach, K. G. and Paull, R. E. 1982. Incidence and severity of chilling induced internal browing of waxed 'Smooth Cayenne' pineapple. J. Am. Soc. Hort. Sci. 107:453–457.

Simth, L. G. 1987. Blackheart development in growning pineapple. Trop. Agric. 64:7–12.

Stewart, R. J., B. J. B. Sawyer, C. S. Bucheli, and S. P. Robinson. 2001. Polyphenol oxidase is induced by chilling and wounding in pineapple. Aust. J. Plant Physiol. 28:181–191.

Soler, A. 1993. Enzymatic characterization of stress induced translucence of pineapple flesh in the Ivory Coast. Acta Hort. 334:295–304.

Syue, P. C., C. H. Tang, and T. C. Lee. 2008. Studies on fruits internal browning of pineapple [*Ananas comosus* (L.) Merr.] by harvest method. J. Taiwan Agric. Res. 57:207–214. (in Chinese with English abstract)

Weerahewa, D. and N. K. B. Adikaram. 2005. Heat-induced tolerance to internal browning of pineapple under cold storage. J. Hort. Sci. Biotechnol. 80:503–509.

Zhou, Y., J. M. Dahler, S. J. R. Underhill, and R. B. H. Wills. 2003. Enzymes associated with blackheart development in pineapple fruit. Food Chem. 80: 565–572.

Studies on Internal Browning of 'TN 17' Pineapple Fruits [*Ananas comosus* (L.) Merr.] under Different Storage Temperatures[1]

Pai-Chi Syue[2], Chia-Hui Tang[3], Ching-San Kuan[3], and Tan-Cha Lee[2,4]

Abstract

Syue, P. C., C. H. Tang, C. S. Kuan, and T. C. Lee. 2009. Studies on internal browning of 'TN 17' pineapple fruits [*Ananas comosus* (L.) Merr.] under different storage temperatures. J. Taiwan Agric. Res. 58:273–282.

Although both cold and room temperatures are used for storage of pineapple fruits in industry, 5℃ is currently more common storage temperature for this commodity than 12.5℃ or 25℃. The purpose of this study is to investigate the optimum storage temperature for 'TN 17' pineapple fruit, a dominant cultivar in Taiwan. Our results showed that 'TN 17' pineapple fruits developed severe internal browning of fruit tissues (browning intensity index 5 or > 50% browning tissue area) and had lost marketability after 2 weeks at 5℃ plus 4 days shelf (25℃); in contrast, the discoloration symptom of the fruits stored at 12.5℃ was less obvious (browning intensity index 1 or 1–2% browning tissue area) for the same storage period. The phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and peroxidase (POD) activities of 'TN 17' pineapple fruits stored at 12.5℃ or 25℃ plus 4 days at 25℃ increased with storage time; but the enzyme activities of PAL and POD of the 5℃-treated fruits were significantly lower than those of fruits stored at 12.5℃. Moreover, the polyphenol oxidase (PPO) activity of 12.5℃-treated fruits was significantly higher than those of 5℃- or 12.5℃-treated samples, though the enzyme activity of all the three treatments decreased with storage time.

Key words: Phenylalanine ammonia-lyase, Polyphenol oxidase, Peroxidase, Senescence, Chilling injury.

---

1. Contribution No.2377 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: November 10, 2009.
2. Former graduate student and professor, Department of Horticultural Science, National Chiayi University, Chiayi, Taiwan, ROC.
3. Assistant Researcher and Assistant Researcher, TARI, Chiayi Agricultural Experiment Station, Chiayi, Taiwan, ROC.
4. Corresponding author, e-mail: tclee@mail.ncyu.edu.tw; Fax: (05)2753295.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 58(4):283–301 (2009)

水稻香米品種台農 74 號之育成 [1]

陳隆澤[2,5] 羅正宗[3] 陳榮坤[3] 陳一心[2] 黃守宏[4] 鄭清煥[4]

摘　　要

陳隆澤、羅正宗、陳榮坤、陳一心、黃守宏、鄭清煥。2009。水稻香米品種台農 74 號之育成。台灣農業研究 58:283–301。

台農 74 號係農業試驗所嘉義農業試驗分所於 1998 年第 1 期作以台農 71 號為母本，台稉育 30904 號為父本進行雜交，歷經分離世代選拔、初、高級產量比較試驗、區域試驗、稻米品質分析、食味檢定、氮肥效應試驗、稻穀儲藏試驗及各項特性檢定後，於 2006 年 11 月 14 日經「行政院農業委員會農業試驗所植物品種命名審議委員會」審查通過，正式命名推廣。台農 74 號為稉稻香米品種，其米粒外觀晶瑩剔透，米飯具有清雅之芋頭香味，食用品質優良，稻穀產量高，耐儲藏性佳，脫粒性適中，穗上發芽率及耐倒伏性較台農 71 號為佳，對於稻熱病抵抗性不穩定，中抗白背飛蝨及斑飛蝨。本品種為中晚熟品種，其生育日數第 1 期作為 120 天，第 2 期作為 106 天；平均稻穀產量第 1 期作為 7104 kg/ha，第 2 期作為 5362 kg/ha，適合全台各地區栽培。在 2009 年台農 74 號栽培面積已逾 350 ha，且在市面上已有「雪山香米」及「香美人」等新品牌上市；並榮獲 2008 年日本「第十屆日本米．食味鑑定國際賽」金賞獎，獲選為「最適合咖哩烹調的米」。

關鍵詞：稉稻、香米、育成。

前　　言

稻米為國人之主要糧食，昔日為軍糈民糧，稻米生產以產量為重，近年來隨著工商業發達，國人消費型態改變，以及加入世界貿易組織 (WTO) 後，面臨稻米市場開放之衝擊，水稻品種改良已由產量轉為以米質為導向，良質米產銷成為政府農業施政的重點，為確保國產稻米之市場競爭力，開發良質多樣化之水稻新品種為當前之要務，食味優良之香米品種亦成為主要育種目標之一。

台灣香米育種首先由嘉義農業試驗分所於 1977 年開始進行 (Chang 1983)。1987 年嘉義農業試驗分所利用自日本引進之香米品種大正撰 (Taishousen) 育成第一個稉型香米品種台農 72 號 (Yang *et al.*1990)。隨後，花蓮區農業改良場

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2378 號。接受日期：98 年 11 月 30 日。
2. 本所嘉義分所農藝系研究員、前研究員兼系主任。台灣 嘉義市。
3. 台南區農業改良場嘉義分場副研究員兼主任、助理研究員。台灣 嘉義縣 鹿草鄉。
4. 本所嘉義分所植物保護系助理研究員、前研究員兼系主任。台灣 嘉義市。
5. 通訊作者，電子郵件：chenlgce@dns.caes.gov.tw；傳真機：(05)2773630。

於 1990 年從嘉義分所提供之雜交組合中選出台稉 4 號 (Cheng & Lin 1991)。2000 年農業試驗所由絹光與台稉 4 號之雜交組合中育成台農 71 號 (Lai *et al.* 2001)。2004 年桃園區農業改良場從農業試驗所雜交後代中選出桃園 3 號 (Chen *et al.* 2004)。以上香米品種，雖已廣為農民栽培，並為市場所接受，惟仍有植株軟弱、容易倒伏、穗上發芽率偏高、心腹白較多、不耐儲存、產量偏低及對病蟲害抵抗性較弱等性狀需要進一步改良。有鑑於此，嘉義農業試驗分所於1998年第1期作以良質香米品系台稉育62069 號 (台農 71 號) 為母本與高產、株型佳、耐倒伏且抗稻熱病之台稉育 30904 號為父本進行雜交，期盼選獲米粒外觀晶瑩剔透，食味品質優良，米飯具有芋香味，稻穀產量高，穗上發芽率較低，耐倒伏性較佳，對主要病蟲害較具耐性及稻穀較耐儲藏等特性之優質香米新品種，推廣農民栽培，以迎合消費者及農民求新求變之需求。

材料與方法

親本材料

台農 74 號母本為農業試驗所於 2000 年命名之台農 71 號 (台稉育 62069 號)，為目前栽培面積最廣之香米品種，其白米外觀晶瑩剔透，米飯 (粒) 具有芋頭香味，米飯食用品質優良，惟植株較軟弱，耐倒伏性差，種子不具休眠性，容易穗上發芽，對病蟲害抵抗性不佳等缺點；父本為嘉義農業試驗分所育成，具有高產、株型佳、耐倒伏及抗稻熱病之優良品系台稉育 30904 號，惟其稻米品質較不理想。

選育方法與過程

1998 年第 1 期作以優質香米品系台稉育 62069 號 (台農 71 號) 為母本與台稉育 30904 號為父本進行雜交，其親本譜系詳見圖 1。獲得 20 粒 F_1 雜交種子，第 2 期作將 F_1 植株種植於網室內，1999 年第 1 期作繁殖建立 F_2 世代集團約 2000 株，從中選出 88 單株進入 F_3 系統，F_3 與 F_4 世代以譜系法進行培育及汰選，F_5 世代

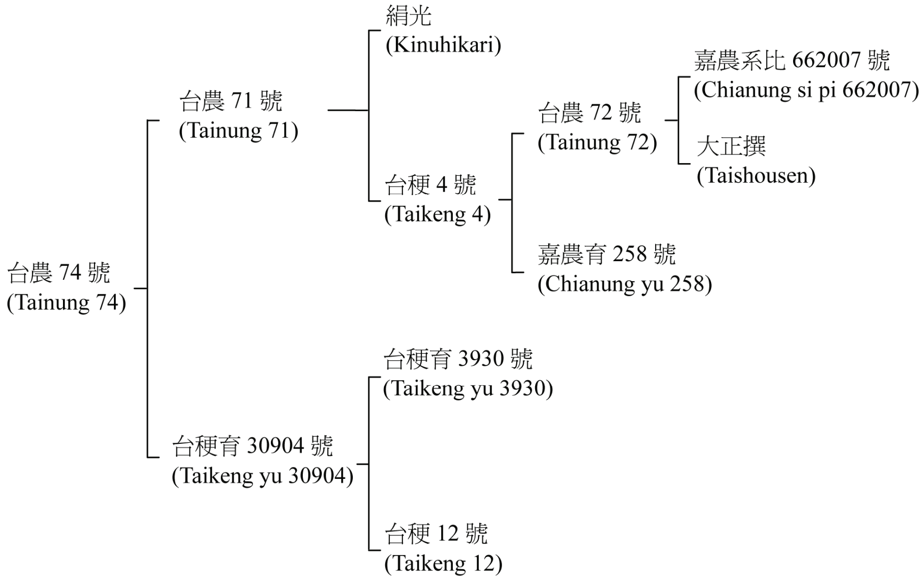

圖 1. 香米品種台農 74 號之譜系。

Fig. 1. Pedigree of aromatic rice variety Tainung 74.

行系統選拔，在 F_3 至 F_5 世代期間並行糙米外觀、香味及抗病蟲篩檢，2000 年第 2 期作由本組合 14 個 F_5 系統中選出嘉農育 901082 號等 4 個品系進入 2001 年初級產量比較試驗，經過兩期作試驗，從中擇優選出嘉農育 901082 號晉級 2002 年高級產量比較試驗，並參與各項特性檢定，2003 年起參加區域試驗，以評估其在全國各地的稻穀產量、稻米品質及對生物與非生物抗性檢測，2004 年進行肥效試驗，2005 年第 2 期作至 2006 年第 1 期作進行稻穀儲藏試驗，2006 年第 2 期作申請登記命名，育種過程詳如表 1。

稻穀產量比較試驗

稻穀產量評估試驗於 2001 至 2002 年在嘉義農業試驗分所水稻試驗田進行 2 年 4 期作產量比較試驗，以台農 67 號為對照品種；2001 年進行初級產量比較試驗 (preliminary yield trial)，第 1 期作田間採順序排列，單本植，5 行區，每行 20 株，行株距 30 cm × 15 cm，小區面積 4.5 m^2；第 2 期作為多本植，4 行區，每行 25 株，小區面積 4.5 m^2，兩重複。2002 年第 1、2 期作進行高級產量比較試驗 (advanced yield trial)，田間採逢機完全區集設計，4 重複，4 行區，每小區種植 100 株，行株距 30 cm × 15 cm，

表 1. 台農 74 號的選育過程

Table 1. Breeding procedures of rice variety Tainung 74

Year	Crop season	Description
1998	1st	Hybridization:Tainung 71 (♀) × Taikeng yu 30904 (♂)
	2nd	F_1
1999	1st	F_2: Evaluation of appearance, aroma, disease and insect resistance
	2nd	F_3: Evaluation of appearance, aroma, disease and insect resistance
2000	1st	F_4: Evaluation of appearance, aroma, disease and insect resistance
	2nd	F_5: Evaluation of appearance, aroma, disease and insect resistance
2001	1st	F_6: Chianung yu 901082 (Preliminary yield trial)
	2nd	F_7: Chianung yu 901082 (Preliminary yield trial)
2002	1st	F_8: Chianung yu 901082 (Advanced yield trial, evaluation of lodging, cold tolerance, on-panicle sprouting, shattering, diseases and insect resistance)
	2nd	F_9: Chianung yu 901082 (Advanced yield trial, evaluation of lodging, cold tolerance, on-panicle sprouting, shattering, diseases and insect resistance)
2003	1st	F_{10}: Chianung yu 901082 (Regional trial, evaluation of lodging, cold tolerance, on-panicle sprouting, shattering, diseases and insect resistance, physicochemical and palatability)
	2nd	F_{11}: Chianung yu 901082 (Regional trial, evaluation of lodging, cold tolerance, on-panicle sprouting, shattering, diseases and insect resistance, physicochemical and palatability)
2004	1st	F_{12}: Chianung yu 901082 (Regional trial, evaluation of lodging, cold tolerance, on-panicle sprouting, shattering, diseases and insect resistance, physicochemical and palatability, nitrogen trial)
	2nd	F_{13}: Chianung yu 901082 (Regional trial, evaluation of lodging, cold tolerance, on-panicle sprouting, shattering, diseases and insect resistance, physicochemical and palatability, nitrogen trial)
2005	1st	F_{14}: Keep
	2nd	F_{15}: Storage trial
2006	1st	F_{16}: Storage trial
	2nd	F_{17}: Variety register application

小區面積 4.5 m^2。試區的肥料施用量，氮素 120 kg/ha，施用硫酸銨及台肥複合肥料 39 號，以 1 次基肥、2 次追肥及穗肥計 4 次平均施用；磷酐施用量為 72 kg/ha，在基肥 1 次施用；氧化鉀施用量為 48 kg/ha，以基肥及穗肥施用；病蟲害防治及其他田間管理依一般慣行法實施之。

區域試驗

區域試驗於 2003 及 2004 年在桃園縣新屋鄉、彰化縣大村鄉、嘉義縣鹿草鄉、屏東市、台東市及花蓮縣吉安鄉等 6 個地點進行。參試品系有 13 個，以台稉 8 號為對照品種，田間採逢機完全區集設計，4 重複，5 行區，每行 20 株，多本植，小區面積 4.5 m^2，行株距 30 cm × 15 cm。生育期間調查抽穗期、成熟期及成熟期之株高與穗數，並以小區為單位，逢機割取 3 株，以調查穗重、穗長、一穗粒數、稔實率與千粒重等性狀及小區稻穀產量，小區稻穀產量評估係以穀粒水分含量 13%為基準。以 Finlay & Wilkinson (1963) 的公式進行稻穀產量穩定性分析，其迴歸模式如下：$Y_{ij} = a_i + b_i x_j + e_{ij}$ ($i = 1, 2,\ldots; j = 1, 2,\ldots$)，其中 Y_{ij} 表示第 i 個品種在第 j 個環境中的平均稻穀產量；a_i 表示第 i 個品種在所有環境中的平均稻穀產量；b_i 表示第 i 個品種對各種變化環境反應的迴歸係數；e_{ij} 表示在第 i 個品種在第 j 個環境的迴歸離差；x_j 表示第 j 個環境的環境效應，它等於 j 環境中所有品種的平均產量與總平均產量之差。

氮肥效應試驗

氮肥反應試驗於 2004 年在本分所溪口農場進行，田區採裂區設計，氮肥施用等級為主區，品種（系）為副區，多本植，行株距 30 cm × 15 cm，小區面積 4.5 m^2，每小區栽種 100 株，3 重複。氮肥施用等級為 80、120、160 及 200 kg/ha，施用硫酸銨或台肥複合肥料 39 號，磷酐及氧化鉀的施用量及施用方式與產量評估試驗相同。

非生物性抗性檢定

自 2002 年第 1 期作至 2004 年第 2 期作，計進行 3 年 6 期作，不同特性的檢定方法如下：

倒伏特性檢定：委請桃園區農業改良場於新竹縣竹東鎮進行。田間設計採順序排列，3 行區，每行 10 株，多本植，行株距 30 cm × 15 cm，2002 年為 3 重複，2003 及 2004 年為 2 重複。氮素施用量為 200 kg/ha，在穀粒成熟期進行調查，以國際稻米研究所 (International Rice Research Institute, IRRI) 訂定之評估標準進行 (IRRI 1996)，依照植株的狀態進行判別，植株直立為 1 級，直立–傾斜為 3 級，傾斜為 5 級，傾斜–倒伏為 7 級，倒伏為 9 級。

耐寒性檢定：委請桃園區農業改良場於新竹縣五峰鄉進行。第 1 期作秧苗期耐寒性檢定採用直播法，田間設計採順序排列，2–3 重複，在自然氣候環境下，依秧苗成活率、葉色及生長等判別等級；第 2 期作成株期耐寒性檢定採移植方式，田間設計為順序排列，2–3 重複，以結實率判別等級。依國際稻米研究所訂定之評估標準進行 (IRRI 1996)。

穗上發芽率檢定：委請花蓮區農業改良場執行。於主穗軸基部僅餘 2–3 粒尚未黃熟時採收 5 單穗，將稻穗浸泡在淺水盤上，置於日夜溫 30℃的植物生長箱內 6 天，計算穗上發芽粒數，發芽粒數與全部粒數之比值為穗上發芽率，穗上發芽率少於 30%為 1 級，31–60%為 5 級，高於 61%為 9 級。

穀粒脫粒性檢定：委請花蓮區農業改良場執行。成熟期採收主穗 5 穗，將稻穗置於長 1 m、寬 30 cm，一邊高 8 cm 斜木板的 2/3 處 (由高的一端算起)，以重量 1.5 kg、長 30 cm 之鐵棒滾動 3 次，秤算脫粒稻穀重量，脫粒稻穀重量與全部檢測稻穀重量之百分比為脫粒率，脫粒率低於 1%為 1 級，1–5%為 3 級，6–25%為 5 級，26–50%為 7 級，高於 51%為 9 級。

生物性抗性檢定

稻熱病檢定：檢定方式有水、旱田式病圃兩種。水田式病圃由嘉義農業試驗分所及台東區農業改良場執行，田間採順序排列，每品種 (系) 種 2 行，行株距 25 cm × 20 cm，每行 7 株，2–3 重複，採自然感病方式，每隔 2 個品種 (系) 種植 1 行感病品種 Lomello，每隔 10 個品種 (系) 種植 1 行抗病對照品種台農 70 號。旱田式病圃由嘉義農業試驗分所執行，採順序排列，條播，行長 50 cm，行距 10 cm，每品種 (系) 播種 1 行，2–3 重複，每行播種 5 g，每隔 10 行播種感病品種 Lomello，中間夾播 1 行抗病對照品種台農 70 號。調查方式依國際稻米研究所訂定之評估標準進行 (IRRI 1996)。

白葉枯病檢定：委請台中區農業改良場執行。田間採順序排列，每品種 (系) 種 4 行，每行 10 株，單本植，2–3 重複，於劍葉抽出後，將菌種以剪葉法接種於每株稻葉上，每行接種不同菌株；調查方法與標準依國際稻米研究所訂定之評估標準進行 (IRRI 1996)。

紋枯病檢定：委請台南區農業改良場嘉義分場執行。田間設計採順序排列，2–3 重複，多本植，行株距 25 cm × 15 cm，每品種 (系) 栽植 1 行，每行 10 株，隔株栽種稗稈稻，第 1 期作移植後 50–60 天，第 2 期作 30–40 天以 TC-96 菌株進行人工接種誘發病害，齊穗後 25 天調查發病程度。調查方式依國際稻米研究所訂定之評估標準進行 (IRRI 1996)。

縞葉枯病檢定：委請高雄區農業改良場執行。秧苗於 3 葉期移到接種箱，每箱放 12 個培養皿，2–3 重複，每支苗平均以 5 隻帶毒斑飛蝨進行感染，2 天後，將秧苗移植於植缽中，每缽 10 株，置於網室內，約 30 天後調查罹病株數，換算罹病率。調查方式依國際稻米研究所訂定之評估標準進行 (IRRI 1996)。

稻飛蝨檢定：由嘉義農業試驗分所執行。將 3 葉齡秧苗置於溫室檢定槽，再將人工大量繁殖之稻飛蝨若蟲 (2–3 齡) 釋放於秧苗，釋放密度約為每秧苗 2–3 隻，待感蟲對照品種 (台中在來 1 號) 枯萎時進行調查；成株抗性檢定為每品種 (系) 種 4 株，3 本植，種植在網室內，待分蘗期釋放雌成蟲，平均每株 0.5–1 隻，讓其自由選擇稻株產卵繁殖，釋放 35 天後，紀錄每品種 (系) 之蟲數及危害等級，其後每隔 3–5 天調查 1 次，直到感蟲對照品種完全枯萎為止。調查方式依國際稻米研究所訂定之標準進行 (IRRI 1996)。

二化螟蟲檢定：由嘉義農業試驗分所執行。將供試稻種條播於網室水泥槽中，每品種 (系) 播種 1 行，行距 20 cm，2–3 重複，秧苗長至 10 cm，每行保留 10 株，待稻株發育至分蘗中期 (播種後 30 天)，以剛孵化一齡幼蟲 90 隻拌混 5 g 粉碎稻殼，均勻釋放於每行稻株基部，接種密度為稻株總數之 3 倍，40 天後，計算稻分蘗數及被害枯心數，再換算為枯心率 (IRRI 1996)。

稻米品質及食味檢定

本項試驗分析委請台中區農業改良場執行。茲分述如下：

碾米品質：包括糙米率、白米率及完整米率。秤取 125 g 稻穀，以脫殼機除去外殼，秤取糙米重量，換算即得糙米率；將糙米經精白米機碾磨 1 分鐘，所得精白米秤重，即得白米率；白米經完整米粒篩選機將完整米與碎米分開，秤其完整米粒重量，即可得完整米率。

米粒外觀性狀：粒長及粒形依中國國家標準 No.13446 訂定。粒長分 4 級：VL 為 7.500 mm 以上，L 為 6.610 mm 以上，M 為 6.609–5.510 mm，S 為 5.510 mm 以下；粒形依長寬比分 3 級：S 為 3.0 以上，I 為 2.1–2.9，B 為 2.10 以下；透明度分 6 級 (0–5 級)；心白分 6 級 (0–5 級)；腹白分 6 級 (0–5 級)；背白分 6 級 (0–5 級)。

米粒理化特性：將白米以磨粉機磨成米粉，過篩後測其直鏈澱粉含量、粗蛋白質含量

及凝膠展延性、鹼性擴散度與糊化溫度。凝膠展延性分 3 級：H 為 41 mm 以下，M 為 41–60 mm，S 為 61–100 mm；鹼性擴散度分 1–7 共 7 級，糊化溫度分 H、HI、I 及 L 等 4 級，糊化溫度與鹼性擴散度對應如下：H 為 1–2 級，HI 為 3 級，I 為 4–5 級，L 為 6–7 級 (IRRI 1996)。

食味檢定：以埤頭鄉生產之台梗 9 號為對照。利用 4 人份電子鍋 4 個，其中 1 個蒸煮對照品種，其餘 3 個蒸煮測試樣品。每樣品秤取白米 400 g 放入內鍋，以強勁水流沖洗攪拌後排水，重複 3 次，加入米量 1.35 倍的水，浸泡 30 分鐘後，始按下開關；待開關跳起後，先燜 20 分鐘再打開鍋蓋，觀察米飯光澤，然後將飯攪鬆，以紗布蓋在內鍋上以吸收蒸氣，鍋內插一雙筷子，蓋下鍋蓋以利通氣，放冷 1 小時後食用。試食時分別就米飯外觀 (appearance)、香味 (aroma)、口味 (flavor)、黏性 (cohesion)、硬性 (hardness) 與總評 (overall in sensory evaluation) 等 6 項分別與對照品種比較，並在評分表上記錄分數，將其區分為 3 級，分別是 A 級為優於對照，B 級為同對照，C 級為劣於對照 (Song 1978)。

稻穀儲藏試驗食味檢定：儲藏試驗於 2005 年 12 月至 2006 年 4 月間進行，參試材料係 2005 年第 2 期作在嘉義農業試驗分所水稻試驗田栽培生產的稻穀，收穫後以網袋方式置於倉庫室溫下，每個月取出委由台中區農業改良場進行食味檢定，另以彰化縣埤頭鄉生產並儲存於 15℃冷藏庫中之台梗 9 號為對照品種。米飯食味檢定方法同前項食味檢定。

結　　果

產量比較試驗

台農 74 號原品系名稱嘉農育 901082 號係於 2000 年第 2 期作由 F_5 世代系統選出，並於 2001 年第 1、2 期作進行初級產量比較試驗，試驗結果詳見表 2。由表 2 顯示，台農 74 號其全生育日數在第 1 期作與對照品種台農 67 號相同均為 121 天，第 2 期作較台農 67 號早熟 4 天；株高在第 1 期作較台農 67 號高 3.1 cm，第 2 期作高 4.8 cm；穗數第 1 期作與台農 67 號相近，第 2 期作較多 1.3 支；稻穀產量在第 1 期作較台農 67 號增產 11.0%，第 2 期作增產 1.5%；倒伏性與對照品種相同均為 1 級 (直立)，對稻熱病抵抗性較對照品種為佳，糙米外觀品質亦較台農 67 號為優，且其葉片及米粒均具有中等香味，綜合以上結果，選出晉級高級產量比較試驗。

台農 74 號於 2002 年第 1、2 期作進行高級產量比較試驗，試驗結果詳見表 2。顯示台農 74 號其全生育日數在第 1 期作較對照品種台農 67 號早熟 4 天，第 2 期作則晚熟 1 天；株高及穗數均與對照品種相近，一穗穎花數較台農 67 號略多，惟稔實率及千粒重則台農 67 號優於台農 74 號，稻穀產量在第 1 期作較台農 67 號增產 2.4%，第 2 期作則減產 2.1%，惟兩期作差異均不顯著，倒伏性兩者均同為 1 級 (直立)，對稻熱病抵抗性台農 74 號略較台農 67 號為佳，以上結果顯示台農 74 號具有豐產、良質、味香及耐倒伏等優良特性，被選出參加 2003 年組粳稻區域試驗。

區域試驗

台農 74 號從 2003 年第 1 期作至 2004 年第 2 期作，計參加 2 年 4 期作區域試驗，試驗結果詳見表 3。由全國區域試驗結果，台農 74 號在桃園等 6 個地區其第 1、2 期作之稻穀產量除於嘉義地區表現較對照品種台梗 8 號低產外，在其他 5 個地區均較台梗 8 號增產或相近，其第 1 期作平均稻穀產量為 7104 kg/ha，較台梗 8 號增產 3.5%，其中在屏東及花蓮地區分別增產 11%及 16%。第 2 期作平均稻穀產量為 5362 kg/ha，與對照品種相近，但在花蓮地區仍增產 7.8%。由以上結果可見，台農 74 號具有與良質米推薦品種台梗 8 號相當之高產潛力。

表 2. 嘉農育 901082 號在初級及高級產量比較試驗之稻穀產量及農藝性狀

Table 2. Performance of Chianung yu 901082 in the preliminary and advanced yield trials

Variety	Crop season	Growth duration ^{z} (d)	Plant hight (cm)	Panicle number (No.)	Spikelet panicle (No.)	Seed Set (%)	1000-grain Weight (g)	Lodging incidence	Yield kg/ha	Yield Ration (%)	Resistance ^{y} Leaf blast	Resistance ^{y} Panicle blast	Resistance ^{y} Brown planthopper	Apperance ^{x} of brown rice	Arome ^{w} Leaf	Arome ^{w} Milled rice
Preliminary yield trial																
Chianung yu 901082	1^{st}	121	102.0	11.8	— ^{v}	—	—	1	6128	111.0	MS	—	S	2	2	2
	2^{nd}	98	101.1	14.1	—	—	—	1	5288	101.5	MR	—	S	2	2	2
Tainung 67	1^{st}	121	98.9	11.9	—	—	—	1	5520	100.0	HS	—	S	3	0	0
	2^{nd}	102	96.3	12.8	—	—	—	1	5211	100.0	S	—	S	3	0	0
Advanced yield trial																
Chianung yu 901082	1^{st}	116	101.8	20.9	94.6	83.6	23.8	1	6908	102.4	MR	MS	S	2	2	2
	2^{nd}	98	107.2	14.4	127.2	72.4	24.5	1	6283	97.9	MS	—	S	2	2	2
Tainung 67	1^{st}	120	100.7	20.8	91.2	89.6	24.5	1	6746	100.0	MR	MS	S	3	0	0
	2^{nd}	97	107.4	14.1	121.1	77.0	26.5	1	6421	100.0	HS	—	S	3	0	0

^{z} Days from transplanting to ripening.
^{y} MR: moderately resistant; MS: moderately susceptible; S: susceptible; HS: highly susceptible.
^{x} Appearance of brown rice is graded 1 to 3 by using Tainung 67 (grade 3) as check variety.
^{w} Aromatic ratings. 0: no aroma; 3: strong aroma.
^{v} No data.

表 3. 嘉農育 901082 號在區域試驗之重要農藝性狀、產量及產量構成性狀

Table 3. Performance of main agronomic traits, grain yield and yield components of Chianung yu 901082

Location	Growth Duration [z] (d)		Plant height (cm)		Panicle length (cm)		Panicle weight (g)		Yield (kg/ha)		Ratio (%)	Panicle number (No.)		Spikelet/ panicle (No.)		Seed set (%)		1000-grain weight (g)	
	V1 [y]	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2		V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2
1st crop season																			
Taoyuan	131	134	97.6	99.2	18.3	19.6	1.9	2.0	5263a [x]	5275a	99.9	14.0	13.5	97.6	92.2	70.8	73.7	23.4	25.4
Changhua	92	96	96.4	101.5	16.5	17.1	2.2	2.3	7809a	7454a	104.8	16.0	15.6	95.5	89.3	88.4	92.9	24.0	25.8
Chiayi	118	123	103.4	102.0	17.8	19.3	2.2	2.6	7918a	8550a	92.6	17.4	16.8	86.6	89.4	93.3	95.9	24.9	28.0
Pingtung	120	123	98.9	96.0	16.6	17.7	1.8	2.1	8058a	7252a	111.1	21.9	18.6	92.8	85.3	82.6	91.2	22.4	25.0
Taitung	126	128	95.0	93.7	16.8	18.3	1.9	2.0	7398a	7329a	100.9	16.7	1504	91.6	86.3	91.7	94.4	22.6	24.8
Hualien	131	133	95.5	94.4	16.6	17.9	2.0	2.2	6181a	5324b	116.1	15.1	12.1	86.1	84.3	86.4	91.0	25.1	26.0
Mean	120	123	97.3	98.1	17.1	18.3	2.0	2.2	7104a	6864a	103.5	16.9	15.3	91.7	87.8	85.5	89.9	23.7	25.8
2nd crop season																			
Taoyuan	111	115	98.7	96.4	18.9	19.5	2.2	2.3	5716a	5592a	102.2	13.0	11.9	116.9	103.8	70.0	80.3	23.9	24.5
Changhua	106	105	91.9	92.5	16.3	17.6	2.1	2.4	5413a	5377a	100.7	12.8	11.8	98.7	96.4	82.6	87.5	24.0	26.3
Chiayi	114	114	99.3	94.4	17.7	18.7	2.4	2.5	5522b	5986a	92.2	12.6	12.7	101.2	89.8	89.2	95.0	24.0	27.3
Pingtung	98	102	96.5	95.7	17.5	18.4	2.2	2.1	5000a	4967a	100.7	13.5	12.0	103.5	89.1	74.3	82.7	25.3	26.4
Taitung	97	94	100.6	100.7	17.5	18.8	2.0	2.2	6091a	6174a	98.6	16.2	12.0	111.2	106.6	73.3	79.7	22.9	24.9
Hualien	117	117	95.6	93.8	17.7	18.0	2.2	2.1	4429a	4108a	107.8	11.7	11.5	105.4	84.1	78.1	87.9	24.9	26.3
Mean	106	107	96.0	95.6	17.6	18.5	2.2	2.3	5362a	5367a	99.9	13.3	12.0	106.3	95.0	77.9	85.5	24.2	26.0

[z] Days from transplanting to ripening.
[y] V1: Chianung yu 901082; V2: Taikeng 8.
[x] Means within columns followed by the same letter are not significantly at 0.05 probability level.

台農 74 號在區域試驗稻穀產量構成因素中，其穗數及一穗穎花數在第 1、2 期作均較對照品種台梗 8 號為多，但稔實率及千粒重則兩期作均低於台梗 8 號。台農 74 號其全生育日數，第 1 期作平均為 120 天，第 2 期作平均為 106 天，分別較對照品種台梗 8 號早熟 3 及 1 天。株高第 1 期作平均為 97.3 cm，第 2 期作為 96.0 cm 均與台梗 8 號相近。穗長及穗重則台梗 8 號均較台農 74 號略長及略重。

台農 74 號在第 1 期作的平均稻穀產量為 7104 kg/ha，高於參試品種 (系) 的總平均值 6721 kg/ha，第 2 期作平均稻穀產量為 5362 kg/ha，亦高於參試品種 (系) 之總平均值 5065 kg/ha，與對照品種台梗 8 號差異均不顯著。其迴歸係數 (b) 第 1 期作為 0.944，第 2 期作為 1.129，均與 1 無顯著差異而異於 0，顯示其產量在兩期作均表現相當穩定。將 2 年 4 期作的稻穀產量合併分析，稻穀產量平均為 6233 kg/ha，高於參試品種 (系) 的總平均值 5893 kg/ha，與對照品種台梗 8 號差異不顯著，迴歸係數 (b) 為 1.018 近似於 1，顯示其具有一般穩定性 (表 4)。

氮肥效應試驗

台農 74 號在第 1 期作 4 個氮肥等級處理下，稻穀產量以每公頃施用 80 kg 氮素區，顯著低於其他 3 個處理等級；台梗 8 號則呈現每公頃 80 kg 氮素處理區，顯著低於 160 及 200 kg 氮素處理等級，惟與施用 120 kg 氮素處理區無顯著差異。台農 74 號在第 2 期作之 4 個氮肥等級處理間，稻穀產量均無顯著差異，台梗 8 號亦有相似情形。台農 74 號之氮肥施用效益，兩

表 4. 2003–2004 年稉稻區域試驗參試品種 (系) 稻穀產量之穩定性介量

Table 4. The stability parameters of grain yield of 13 tested lines and check varieties in the regional trials in 2003–2004

	1st crop season				2nd crop season				Combined			
		Ratio				Ratio				Ratio		
Variety (lines)	Mean	kg	%	bi	Mean	kg	%	bi	Mean	kg	%	bi
Taoyuan yu 42172	7216	353	5.1	1.006	5473	105	2.0	1.179	6344	228	3.7	1.052
Chungkeng yu 10371	6643	-230	-3.2	1.055	4613	-754	-14.0	0.925	5628	-488	-7.4	1.108
Nan glu. yu 8	7015	1145	19.5	1.113	5175	667	14.8	1.063	6095	906	17.3	1.104
Kaohsiung yu 3130	6606	-257	-3.7	0.988	5119	-248	-4.6	0.659	5863	-253	-4.1	0.900
Tungkeng yu 88109	6673	-190	-2.8	1.271	5309	-58	-1.1	1.323	5991	-125	-2.0	1.088
Tung glu. yu 1	7121	1251	21.3	0.908	5455	947	21.0	1.021	6288	1099	21.2	0.967
Hualien yu 44	5823	-1040	-15.2	0.849	4099	-1350	-23.6	0.717	4961	-1155	-18.4	0.911
Hualien yu 50	6965	102	1.5	0.971	4941	-436	-7.3	1.231	5954	-162	-2.6	1.118
Chianung yu 901082	7104	241	3.5	0.944	5362	-5	-0.1	1.129	6233	117	1.3	1.018
Tainung yu 892070	6781	-92	-1.2	0.941	5176	-191	-3.6	0.823	5973	-143	-2.3	0.935
Taikeng 8 z	6863	0	0	1.023	5367	0	0	1.178	6116	0	0	0.996
Taikeng 9 y	6697	-166	-2.4	1.028	5253	-114	-2.1	1.173	5975	-141	-2.3	0.982
Taikeng glu. 1 x	5870	-993	-15.5	0.903	4508	-859	-16.0	0.583	5189	-927	-15.2	0.820

z Check variety of grain yield.
y Check variety of grain quality.
x Check variety of glutinous rice.

期作均以 120 kg/ha 氮素處理區最高。綜合稻穀產量及氮肥施用效益，台農 74 號之氮肥施用量以 120 kg/ha 氮素為宜 (表 5)。

產量構成性狀在氮肥效應試驗之表現，台農 74 號其全生育日數有隨著氮素之增施而略有延長之現象，其株高及穗數亦有類似情形。一穗穎花數在第 1 期作以每公頃氮素用量 120 kg 者最多，第 2 期作以 160 kg 處理區最多；稔實率第 1 期作以每公頃氮素 80 kg 處理區最高，第 2 期作以 120 kg 處理區最高；千粒重第 1 期作以每公頃氮素 80 kg 處理區最重，第 2 期作則以 200 kg 處理區較重；倒伏性除在第 1 期作氮素施用量 200 kg/ha 處理區為 3 級 (直–斜) 外，在其他處理區及在第 2 期作各處理區均為 1 級 (直)。綜合各項農藝性狀及產量構成因素觀之，台農 74 號之氮素施用量以 120 kg/ha 較為適當 (表 5)。

非生物性抗性檢定

台農 74 號之非生物性抗性檢定結果詳見表 6。台農 74 號的耐倒伏性檢定結果變異頗大，第 1 期作植株從直立至傾斜，平均為 2.3 級；第 2 期作的反應從直立到傾斜平均為 3.0 級，均與對照品種台稉 8 號相近，而在第 1 期作則遠較台農 71 號之 7 級 (斜倒) 為佳。但在第 1 期作 3 次檢定中有 1 次為 5 級，在第 2 期作 3 次檢定中亦有 1 次為 7 級，在實際栽培時仍應注意勿施用過量氮肥，以避免倒伏而影響產量與品質。

台農 74 號之耐寒性檢定結果，在第 1 期作秧苗期檢定為 5 級，表現不如對照品種台稉 8 號之 3 級，而與台農 71 號相同；第 2 期作成熟期檢定結果為 3–5 級，平均反應為 3.7 級，優於台稉 8 號之 4.3 級及台農 71 號之 5.7 級，顯示台農 74 號之耐寒性在秧苗期與台農 71 號相同，但在成熟期則較台農 71 號為佳。

台農 74 號之穗上發芽率在第 1、2 期作平均皆為 5 級，與對照品種台稉 8 號相同，明顯的較台農 71 號之 9 級為佳，顯示台農 74 號之穗上發芽率遠低於其親本台農 71 號，並有很大的改進。脫粒性檢定結果，台農 74 號在第 1 期作平均為 7 級與台稉 8 號及台農 71 號相同，第 2 期作平均為 5 級與台農 71 號相同而略優於台稉 8 號，顯示其脫粒性適中，適宜機械採收。

生物性抗性檢定

台農 74 號對稻熱病之反應詳見表 7。在水田式病圃檢定結果，葉稻熱病在嘉義病圃呈現中抗至中感反應，平均為中抗；在台東關山病圃表現中抗至感，平均為中感級；明顯的優於台農 71 號之感級，但不如台稉 8 號之中抗級。穗稻熱病在嘉義病圃為中感至極感，平均為感級；在關山病圃呈現中抗至感，平均為感級；明顯的優於台農 71 號之極感級，惟仍不及台稉 8 號之中感級。由稻熱病圃的檢定結果，顯示台農 74 號對於稻熱病抵抗性明顯的優於台農 71 號，但其抗性表現並不穩定，在田間栽培時應注意適時防治。

白葉枯病檢定係由台中區農業改良場以 XM-42、XF-81 及 XF-89b 等 3 個菌系進行接種檢定。台農 74 號第 1 期作對 XM-42 及 XF-89b 兩菌株平均反應均呈感級，對 XF-81 菌株呈抗級，其表現與台稉 8 號及台農 71 號相同；第 2 期作對 XM-42 及 XF-89b 兩菌株平均亦呈現感級，對 XF-81 菌株表現中抗級，顯見其對 XF-81 菌株之抵抗性略優於台稉 8 號及台農 71 號外，對其他兩菌株之抵抗性均與對照品種相同；由兩期作之檢定結果 (表 7)，顯示台農 74 號對白葉枯病之抵抗性並不如理想。

台農 74 號對紋枯病之抵抗性，與對照品種台稉 8 號及台農 71 號同樣均為極感級 (表 7)。台農 74 號對縞葉枯病之抵抗性平均為感級，略較台稉 8 號及台農 71 號之極感級為佳，但年度間變異頗大，顯示其對縞葉枯病之抵抗性頗不穩定 (表 7)。

表 5. 水稻嘉農育 901082 號在氮肥效應試驗之產量及其構成性狀

Table 5. Performance of mainly agronomic traits and grain yield of Chianung yu 901082 in the nitrogen trial

Variety	Nitrogen rate (kg/ha)	Yield [z] (kg/ha)	Ratio (%)	Nitrogen effect [y] (NT$/NT$)	Nitrogen effect [y] (NT$/kg)	Plant height (cm)	Panicle number (No.)	Panicle length (cm)	Panicle weight (g)	Spikelet /panicle (No.)	Seed set (%)	1000-grain weight (g)
1st crop season												
Chianung yu 901082	0	(4900)	100.0	— [x]	—	—	—	—	—	—	—	—
	80	5335b	108.9	4.57	114.2	101.1	12.9	15.2	1.88	90.3	89.1	25.0
	120	6416a	130.9	10.61	265.3	101.7	12.2	15.2	2.30	95.5	88.4	24.4
	160	6551a	133.7	8.67	216.7	102.8	16.7	15.5	2.18	87.2	88.7	24.0
	200	6537a	133.4	6.88	171.9	103.9	17.0	15.8	2.37	86.3	87.9	24.1
Taikeng 8	0	(5419)	100.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	80	6095b	112.5	7.10	177.5	99.2	13.5	17.2	2.24	90.6	93.0	24.7
	120	6529ab	120.5	7.77	194.3	99.4	14.0	17.4	2.11	92.2	92.8	24.3
	160	7057a	130.2	8.60	215.0	100.3	15.2	17.8	2.29	93.1	92.6	24.3
	200	7145a	131.9	7.25	181.2	102.6	15.5	17.9	2.53	93.2	91.1	24.1
2nd crop season												
Chianung yu 901082	0	(5004)	100.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	80	5191a	103.7	1.91	49.1	94.7	12.5	15.4	1.98	84.7	84.5	24.9
	120	5796a	115.8	5.54	138.6	96.2	13.0	16.5	2.39	90.1	87.0	26.0
	160	5765a	115.2	4.00	99.9	96.3	13.8	16.4	2.08	90.9	82.2	25.3
	200	5806a	116.0	3.37	84.2	99.0	14.6	16.0	2.23	82.7	83.1	26.8
Taikeng 8	0	(5299)	100.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	80	5571a	105.1	2.86	71.4	97.9	12.1	16.9	2.28	89.2	92.6	25.9
	120	5485a	103.5	1.30	32.6	95.8	12.0	17.3	2.64	89.6	94.5	25.6
	160	5564a	105.0	1.39	34.8	98.7	12.6	17.6	2.57	85.7	93.3	25.8
	200	5847a	110.3	2.30	57.5	101.6	13.3	17.4	2.45	82.5	93.9	26.0

[z] Means within columns followed by the same letter are not significantly at 0.05 probability level.
[y] Nitrogen effect (NT$/NT$): [yield of treatment – yield of C.K (0 kg N/ha)] × rice price (NT$21 kg) ÷ [nitrogen price (NT$25/kg) × increasing nitrogen rate].
[x] Intercept of the regression on nitrogen effect.

表 6. 水稻嘉農育 901082 號之非生物性抗性

Table 6. Performance of abiotic stress resistance of Chianung yu 901082

	2002			2003			2004			Mean		
Traits	V1[z]	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3
1st crop season												
Lodging incidence	1	3	3	1	1	9	5	1	9	2.3	1.7	7.0
Cold tolerance	5	5	3	5	1	7	—[y]	—	—	5.0	3.0	5.0
On-panicle sprouting	1	5	9	9	5	9	5	5	9	5.0	5.0	9.0
Shattering	5	7	7	7	5	7	7	5	5	6.3	5.7	6.3
2nd crop season												
Lodging incidence	7	5	5	1	3	3	1	1	1	3.0	3.0	3.0
Cold tolerance	3	5	5	5	3	7	5	5	5	3.7	4.3	5.7
On-panicle sprouting	9	9	9	1	1	9	9	5	9	6.3	5.0	9.0
Shattering	5	7	5	5	7	5	5	5	5	5.0	6.3	5.0

[z] V1: Chianung yu 901082; V2: Taikeng 8; V3: Tainung 71.
[y] No data.

表 7. 水稻嘉農育 901082 號之生物性抗性反應

Table 7. Performance of biotic stress resistance of Chianung yu 901082

Traits		2002			2003			2004			Mean		
		V1[z]	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3
1st crop season													
Leaf blast	Chiayi	MR[y]	MR	MR	MR	MR	S	MR	MR	S	MR	MR	S
	Kuanshan	S	R	S	MS	MS	S	MR	MR	MR	MS	MR	S
Panicle blast	Chiayi	MS	MR	HS	MS	MS	HS	HS	MS	HS	S	MS	HS
	Kuanshan	S	MS	HS	S	MR	HS	MR	MR	S	S	MS	HS
Bacterial leaf blight	XM-42	S	S	S	S	S	S	MS	S	S	S	S	S
	XF-81	R	R	MR	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XF-89b	—[x]	—	—	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Sheath blight		HS	HS	HS	S	S	HS	HS	HS	HS	HS	HS	HS
Stripe		HS	S	HS	S	HS	HS	MS	S	S	S	HS	HS
Brown planthopper	Seedling	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	Adult	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
White backed planthopper		S	S	S	R	S	MR	MR	S	S	MR	S	S
Smaller brown planthopper		S	S	S	R	S	MR	S	S	MR	MR	S	S
Striped rice borer		MS	S	MS	MS	MS	S	—	—	—	MS	S	S
2nd crop season													
Bacterial leaf blight	XM-42	S	HS	HS	S	S	MS	S	S	MS	S	S	S
	XF-81	MR	MS	MS	—	—	—	—	—	—	MR	MS	MS
	XF-89b	HS	S	HS	S	S	MS	S	S	S	S	S	S
Sheath blight		S	S	S	S	HS	S	HS	HS	HS	HS	HS	HS

[z] V1: Chianung 901082; V2: Taikeng 8; V3: Tainung 71.
[y] R: resistant; MR: moderately resistant; MS: moderately susceptible; S: susceptible; HS: highly susceptible.
[x] No data.

由表 7 抗蟲檢定結果觀之，台農 74 號對褐飛蝨之抵抗性在秧苗期及成株期均呈現感級反應，與台稉 8 號及台農 71 號相同。對於白背飛蝨及斑飛蝨之抵抗性平均皆為中抗級，表現明顯的較對照品種台稉 8 號及台農 71 號為佳，惟在年度間變異頗大，顯示其對白背飛蝨及斑飛蝨之抵抗性並不穩定。對於二化螟蟲之抵抗性為中感級，明顯的優於對照品種台稉 8 號及台農 71 號之感級。

稻米品質與食味檢定

稻米品質及食味測定由台中區農業改良場米質研究室執行。在碾米品質方面，台農 74 號在第 1 期作的糙米率平均為 81.0%與米質對照品種台稉 9 號之 80.9%相近，第 2 期作平均為 83.3%亦與台稉 9 號相同；完整米率在第 1 期作台稉 9 號為 65.6%略優於台農 74 號之 63.8%，在第 2 期作則台農 74 號為 72.8%優於台稉 9 號之 71.0%。在米粒外觀上，台農 74 號之透明度與台稉 9 號同為 3 級，心、腹、背白總和第 1 期作為 0.4 優於台稉 9 號之 0.5，第 2 期作為 0.27 更勝於台稉 9 號之 0.7。在烹調及食用品質上，台農 74 號的糊化溫度在兩期作均為 L；直鏈澱粉含量在兩期作均高於台稉 9 號，粗蛋白質含量在第 1 期作台農 74 號為 6.04%略高於台稉 9 號之 5.96%，第 2 期作則台稉 9 號為 6.10%略高於台農 74 號之 5.96%；凝膠展延性則兩品種相近 (表 8)。

食味品評係以彰化縣大村鄉區域試驗生產之稻米為材料，由台中場進行檢測。台農 74 號的米飯食用品質總評在 2 年 4 期作均屬 B 級，亦即其米飯食用品質與良質米推薦品種台稉 9 號相同。在評比項目中，台農 74 號米飯具有濃郁香味 (A 級) 為對照品種台稉 9 號所無，惟台農 74 號在 2003 年第 1 期作及 2004 年第 2 期作之硬性等級為 A 級，表現較台稉 9 號為硬；其餘在外觀、口味及黏性等評比性狀之等級均與台稉 9 號相同，顯示台農 74 號的米飯食用品質媲美台稉 9 號 (表 9)。

稻穀儲藏試驗食味檢定於 2005 年 12 月至 2006 年 4 月間委由台中場米質研究室進行。其結果詳見表 10，台農 74 號經 1 至 5 個月之室溫儲存，其每個月之食味品質與良質米對照品種台稉 9 號 (彰化縣埤頭鄉生產，15℃冷藏) 及香米品種台農 71 號無論在外觀、口味、黏性、硬性及總評上皆相同均屬 B 級，而在香味方面台農 74 號則始終維持 A 級，顯示台農 74 號為較耐儲藏品種，在室溫下儲存 5 個月後其食味尚保持良好，而其香味亦能始終維持，惟在室溫下其香味有隨儲存時間增長而遞減現象，而在低溫冷藏下則可延長其香味之持久性。

討　論

台農 74 號在 2 年 4 期作於全國 6 個地區之區域試驗結果，第 1 期作稻穀平均產量為 7104 kg/ha，較對照品種台稉 8 號增產 3.5%，迴歸係數為 0.944，與對照品種之 1.023 均近似於 1；第 2 期作之稻穀平均產量為 5362 kg/ha 與對照品種相近，其迴歸係數為 1.129 與對照品種之 1.178 相近且接近於 1；綜合 2 年 4 期作之總平均表現，台農 74 號之迴歸係數為 1.08 與對照品種之 0.996 均近似於 1，其稻穀平均產量為 6233 kg/ha，略高於對照品種之 6116 kg/ha，且高於全組區域試驗之平均產量 5893 kg/ha，在 6 個地區中除嘉義外，在其他 5 個地點之產量均高於對照品種，尤其是在花蓮、屏東及彰化等地區，顯示台農 74 號具有產量高、穩定性佳及適應性廣之特性，適宜全台各地區栽培。就目前台灣栽培之香米品種產量觀之，台農 74 號為現有香米品種中產量最高者，雖仍不及高產品種台南 11 號之豐產，惟已達其產量之 92–95% (Chen & Chen 2008)。

台農 74 號其全生育日數平均在第 1 期作為 120 天，第 2 期作為 106 天，較對照品種台稉 8 號分別早熟 3 天及 1 天，屬於中晚熟品種。其株高適中，第 1 期作為 97.3 cm，第 2 期作為

表 8. 水稻嘉農育 901082 號的米粒理化特性

Table 8. Performance of physicochemical characteristics of Chianung yu 901082

Variety	Year	Volumetric weight (g/L)	Water content (%)	Quality milling: Brown rice (%)	Quality milling: Head rice (%)	Grain appearance: Brown rice length	Grain appearance: Brown rice shape	Grain appearance: Trans-lucency	Grain appearance: White center	Grain appearance: White belly	Grain appearance: White back	Cooking and eating quality: Gelatinization temperature	Cooking and eating quality: Amylose content (%)	Cooking and eating quality: Protein content (%)	Cooking and eating quality: Gel consistency (mm)
1st crop season															
Chianung yu 901082	2003	548.4	13.6	82.0	60.6	S[z]	B[y]	3	0.14	0.24	0	6L	20.7	6.33	97S
	2004	588.1	13.5	80.0	67.0	S	B	3	0.16	0.06	0.1	6L	18.8	5.74	89S
	Mean	568.3	13.6	81.0	63.8	S	B	3	0.15	0.15	0.1	6L	19.8	6.04	93S
Taikeng 8	2003	573.3	13.1	82.6	68.2	S	B	3	0.15	0	0	6L	19.3	6.50	97S
	2004	574.8	13.9	81.2	64.0	S	B	3	0.06	0	0.06	6L	18.8	5.77	90S
	Mean	574.1	13.5	81.9	66.1	S	B	3	0.11	0	0.03	6L	19.1	6.14	94S
Taikeng 9	2003	555.7	12.6	81.5	65.2	S	B	3	0.27	0.06	0	6L	17.9	5.72	97S
	2004	570.7	13.7	80.3	65.9	S	B	3	0.30	0.06	0.38	6L	16.1	5.96	89S
	Mean	563.2	13.2	80.9	65.6	S	B	3	0.29	0.06	0.15	6L	17.0	5.84	93S
2nd crop season															
Chianung yu 901082	2003	585.0	13.9	82.3	73.2	S	B	3	0.17	0	0.26	6L	21.6	5.47	96S
	2004	605.2	13.9	84.3	72.3	S	B	3	0	0.09	0	6L	20.7	6.44	90S
	Mean	595.1	13.9	83.3	72.8	S	B	3	0.09	0.05	0.13	6L	21.2	5.96	93S
Taikeng 8	2003	577.3	13.5	82.6	73.6	S	B	3	0.17	0	0	6L	21.0	5.84	97S
	2004	605.1	14.6	84.1	70.7	S	B	3	0.07	0	0	6L	19.7	6.28	92S
	Mean	591.2	14.1	83.4	72.2	S	B	3	0.12	0	0	6L	20.4	6.06	95S
Taikeng 9	2003	587.0	13.9	82.7	72.8	S	B	3	0.26	0	0.48	6L	18.4	5.90	99S
	2004	605.4	14.5	83.8	70.4	S	B	3	0.18	0.48	0	6L	18.5	6.30	91S
	Mean	596.2	14.2	83.3	71.0	S	B	3	0.22	0.24	0.24	6L	18.5	6.10	95S

[z] VL (extra long): more than 7.50 mm; L (long): 7.06 to7.50 mm; M (medium): 6.101 to 6.609 mm; S (short)：less than 5.51 mm.
[y] Length and width ratio. S (slender): over 3.0; M (medium): 2.01 to 2.99; B (bold): less than 2.0.

表 9. 水稻嘉農育 901082 號之食味品質

Table 9. Performance of palatability of Chianung yu 901082

Variety	Year	Apperance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall
1st crop season							
Chianung yu 901082	2003	-0.125 B [z]	0.800 A	-0.100 B	-0.300 B	0.450 A	-0.200 B
	2004	0 B	0.432 A	-0.125 B	-0.313 B	-0.313 B	-0.125 B
Taikeng 8	2003	-0.050 B	-0.050 B	-0.100 B	-0.250 B	0.400 A	-0.250 B
	2004	-0.125 B	0.250 B	-0.063 B	0.063 B	0.188 B	-0.063 B
Taikeng 9 [y]	2003	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B
	2004	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B
2nd crop season							
Chianung yu 901082	2003	0.007 B	0.604 A	0.056 B	0 B	-0.111 B	0.056 B
	2004	0 B	0.563 A	-0.063 B	-0.188 B	0.500 A	-0.063 B
Taikeng 8	2003	-0.056 B	0 B	-0.056 B	-0.056 B	0.132 B	-0.056 B
	2004	0 B	0 B	-0.125 B	-0.063 B	0.250 B	0 B
Taikeng 9	2003	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B
	2004	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B

[z] A: better than check variety; B: same as check variety; C: less than check variety.
[y] Check variety of grain quality.

96.0 cm 與對照品種相近；其倒伏性第 1 期作平均為 2.3 級，第 2 期作為 3.0 級均與台稉 8 號相近，而遠較台農 71 號在第 1 期作之 7.0 級為佳，顯示其具有較佳之耐倒伏性，惟在連續 3 年之檢定中，在第 1 期作檢定中有 1 次為 5 級，在第 2 期作亦有 1 次為 7 級；因此，在實際栽培時仍應注意勿施用過量氮肥，以避免倒伏而影響產量與品質。

在氮肥效應上，以投資報酬率衡量台農 74 號之氮肥施用效率，每施用 1 元氮素所獲得利益計算，第 1 期作台農 74 號的報酬效益以氮素施用量由 80 kg/ha 增加至 120 kg/ha 時效益最大，每增施 1 元氮素有 10.61 元之產值，每增施 1 公斤的氮肥可以有 265.3 元產值；但施氮量由 120 kg/ha 增加至 160 kg/ha 時，每增施 1 元氮素只獲得 8.67 元產值，增施 1 公斤氮肥只有 216.7 元產值；隨著施氮量的增加，氮肥效益逐漸降低，顯示台農 74 號在第 1 期作的最適氮肥施用量為 120 kg/ha，而對照品種台稉 8 號則以氮肥施用量 160 kg/ha 時效益最大。在第 2 期作台農 74 號的氮肥施用報酬率，以施用量由 80 kg/ha 增加至 120 kg/ha 時報酬效益最高達 5.4 元，當施氮量由 120 kg/ha 增加至 160 kg/ha 時，氮素效益只有 4.0 元，隨著氮肥施用量增加，氮肥效益亦逐漸降低，顯示台農 74 號在第 2 期作最適氮肥施用量為 120 kg/ha。此氮肥推薦量不但可讓台農 74 號的產能獲得發揮，稻米品質亦可獲得維持。

台農 74 號耐倒伏性檢定結果，年期間變異頗大，第 1 期作為 1–5 級，平均為 2.3 級；第 2 期作為 1–7 級，平均為 3 級，與對照品種台稉 8 號相近，而遠比第 1 期作平均為 7 級之台農 71 號為低，顯示其耐倒伏性較台農 71 號為佳。但在實際栽培時應注意肥培管理，以避免倒伏而影響產量與品質。

台農 74 號之耐寒性經連續 3 年之檢定，在第 1 期作秧苗期之耐寒性平均為 5 級 (中感)，不及對照品種台稉 8 號之 3 級 (中抗)，而與香米參考品種台農 71 號相同；在第 2 期作成熟期之耐寒性平均為 3.7 級 (中抗)，略較台稉 8 號

表 10. 水稻嘉農育 901082 號在稻穀儲藏試驗中之食味品質

Table 10. Performance of palatability of Chianung yu 901082 during storage

Storage period	Variety	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall
1 month	Chianung yu 901082 (RT) [z]	0 B [y]	0.556 A	0.111 B	0.111 B	-0.222 B	0.111 B
	Tainung 71 (RT)	0.111 B	0.556 A	0.111 B	0.111 B	-0.111 B	0.111 B
	Taikeng 9 [x] (LT)	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B
2 months	Chianung yu 901082 (RT)	0 B	0.500 A	0 B	0.125 B	-0.125 B	0.125 B
	Tainung 71 (RT)	0.125 B	0.500 A	0.125 B	0.125 B	-0.125 B	0.125 B
	Taikeng 9 (LT)	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B
3 months	Chianung yu 901082 (RT)	0 B	0.500 A	0 B	0.125 B	0 B	0 B
	Tainung 71 (RT)	0.125 B	0.500 A	0.125 B	0.125 B	0 B	0 B
	Taikeng 9 (LT)	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B
4 months	Chianung yu 901082 (RT)	0 B	0.375 A	0 B	0 B	-0.125 B	0 B
	Chianung yu 901082 (LT)	0 B	0.500 A	0 B	0.125 B	-0.125 B	0.125 B
	Tainung 71 (RT)	0 B	0.375 A	0 B	0 B	0 B	0 B
	Taikeng 9 (LT)	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B
5 months	Chianung yu 901082 (RT)	0 B	0.375 A	0 B	-0.125 B	0 B	0 B
	Chianung yu 901082 (LT)	0 B	0.500 A	0 B	0.125 B	0 B	0.125 B
	Tainung 71 (RT)	0 B	0.375 A	0 B	-0.125 B	0.125 B	0 B
	Taikeng 9 (LT)	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B	0 B

[z] RT: grains stored at room temperature; LT: grains stored at low temperature (15℃).
[y] A: better than check variety; B: same as check variety; C: less than check variety.
[x] Check variety.

之 4.3 級及台農 71 號之 5.7 級 (中感) 為佳，惟據過去歷年觀察，台灣育成之香米品種的耐寒性普遍較弱，故在實際栽培上應注意預防寒害。據研究報導水稻在孕穗期 (開花前 14–7 天) 對低溫 (15–20℃) 最為敏感 (Yoshida 1981)。事實上，2009 年在嘉義民雄地區於 4 月 20–22 日左右抽穗之台農 74 號在其抽穗前 14–12 天之 4 月 6–10 日間遭遇到連續 4–5 天低於 20℃之低溫及冷風而影響其稔實率，較早熟之台農 71 號及台南 13 號亦遭受 3 月 29 日至 4 月 3 日之低溫引起部分不稔，在東部地區種植之台稉 4 號更導致嚴重不稔現象。

台農 74 號穗上發芽性檢定結果，在第 1、2 期作之平均值均為 5 級 (49.7%)，與台稉 8 號相同而低於台農 71 號之 9 級 (86.7%)，顯示其穗上發芽率遠低於其親本台農 71 號，並且有很大的改進，惟在年度間差異頗大，在 2003 年之第 1 期作及 2004 年之第 2 期作其穗上發芽率分別達 9 級之 88%及 90%，若遭遇連續多日下雨，可能容易引起穗上發芽，尤其在台灣第 1 期作中南部地區容易遭遇梅雨侵襲；第 2 期作在北部地區因東北季風帶來綿綿雨水，亦可能引發穗上發芽。因此，似可視各地情形適當調整其生育期，使水稻成熟期避開此一階段，以減少穗上發芽損失。在脫粒性方面，台農 74 號在第 1 期作與對照品種相同均為 7 級，在第 2 期作則略低於對照品種，適宜機械採收。

台農 74 號抗稻熱病檢定結果，在水田式病圃對葉稻熱病之反應於嘉義病圃為中抗，關山病圃為中感；對於穗稻熱病在兩病圃均呈感病反應，表現明顯的優於台農 71 號之感至極感級，惟其在年度間變異頗大，顯示其對稻熱病

抵抗性頗不穩定，栽培時應注意肥培管理並適時防治。白葉枯病為近年來危害水稻的最主要病害之一，且有愈來愈嚴重之趨勢，尤其是受到颱風侵襲及浸水過後常大面積發生，台農 74 號對於白葉枯病檢定之 3 個菌株，除對 XF-81 表現抗性外，對於其他 XM-42 及 XF-89b 兩菌株均與對照品種相同呈感病反應，顯見其對白葉枯病之抵抗性欠佳，應適時注意防治。台農 74 號對紋枯病之抵抗性與對照品種同為極感反應，因目前並無抗紋枯病種源基因，為減少紋枯病為害，應避免於生育後期施用過量氮肥造成有利於紋枯病之發病環境。台農 74 號對於縞葉枯病為感級，雖略較對照品種之極感級為佳，但應注意防治媒介昆蟲斑飛蝨，以降低傳播感染。

台農 74 號對褐飛蝨之抵抗性與對照品種相同均不具抗性，對於白背飛蝨及斑飛蝨具有中等程度之抵抗性，在目前台灣地區白背飛蝨有日趨猖獗之時頗具重要性，可減少對此兩害蟲之防治費用。另對二化螟蟲之抵抗性雖為中感，但並不理想，栽培時亦應注意適時防治。

台農 74 號之稻米品質，在糙米率、完整米率及透明度方面均與良質米對照品種台稉 9 號相近，差異不明顯；在心、腹、背白總和則台農 74 號優於台稉 9 號，尤其是在第 2 期作；惟直鏈澱粉含量則兩期作均高於台稉 9 號，因此在烹煮時應先浸泡並酌量增加水量，煮成之米飯軟硬度更為適中，台農 71 號亦有類似現象 (Lai *et al.* 2001)；至於粗蛋白質含量則兩品種在兩期作間互有高低。台農 74 號之米飯食用品質總評在 2 年 4 期作均屬 B 級，顯示其米飯品質與良質米產區之良質米推薦品種台稉 9 號的米飯品質不分軒輊，具有生產良質米之潛能，而其香味似芋頭濃郁宜人，與國際稻米市場之 Basmati (巴基斯坦及印度產香米) 及 Jasmine (泰國產茉莉香米) 香味不同，亦與國產秈稻香米品種台農秈 22 號之香味迥異。台農 74 號稻穀經 1 至 5 個月儲存後，其食味品質與彰化縣埤頭鄉良質米產區生產並保存於 15℃下冷藏之台稉 9 號及台農 71 號在各項成分及總評上均同為 B 級，而台農 74 號之香味始終維持 A 級，顯示台農 74 號為較耐儲藏之品種，惟其香味在室溫下有隨著儲存時間增長而有遞減現象，為長久維持其香味及品質，建議採收後稻穀應儲存於冷藏庫中為佳。

台農 74 號具有米粒外觀晶瑩剔透，心、腹、背白少，透明度佳，米飯 (粒) 具有芋頭清香味，食用品質優良，稻穀產量高，穩定性佳，耐儲藏，脫粒性適中，穗上發芽率較低，耐倒伏性較佳，抗白背飛蝨及斑飛蝨，株高適中，適合機械收穫等優良特性，經新品種示範後普遍受到農民歡迎，尤其在新竹、嘉義、花蓮及台東等地均有農會或碾米廠商與農民契作，並以高於一般品種 (台南 11 號) 之價格，濕穀每公斤高出 1.0–1.7 元收購，目前市場上已有「雪山香米」及「香美人」等香米新品牌上市，更有許多農會產銷班自創品牌自產自銷。台農 74 號在 2008 年榮獲日本「第十屆日本米・食味鑑定國際賽」金賞獎，並獲選為「最適合咖哩烹調的米」，名揚國際，為國爭光。迄 2009 年其栽培面積已超過 350 ha，預期可望取代部份容易倒伏或不耐儲藏之現有香米品種的栽培面積，提昇國產香米市場競爭力，甚而拓展外銷，增加農民收益。

誌　　謝

本品種育成是稻作育種團隊合作的成果，感謝歷年來各稻作試驗改良場所參與各項試驗工作同仁的熱心協助與幫忙，特此誌謝。

引用文獻 (Literature cited)

Chang, W. L. 1983. Breeding for aromatic rice in Taiwan. Taiwan Agric. Bimonthly 19:51–63. (in Chinese with English abstract)

Chen, L. C. and R. K. Chen. 2008. Achievement and perspective of aromatic rice breeding in Taiwan. Agric. World 300:42–57. (in Chinese)

Chen, S. E., T. T. Huang, M. H. Lin, and S. H. Cheng. 2004. Breeding of the rice variety Taoyuan 3. Bull. Taoyuan DAIS. 56:1–17. (in Chinese with English abstract)

Cheng, M. C. and F. H. Lin. 1991. Development of new aromatic rice variety Taikeng No. 4. Bull. Hualien DAIS. 7:1–14. (in Chinese with English abstract)

Finley, K. W. and G. M. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in plant breeding program. Aust. J. Agric. Res. 14:742–757.

International Rice Research Institute (IRRI). 1996. Standard Evaluation System for Rice. IRRI Press. Los Banos, Laguna, Philippines. 52 pp.

Lai, M. H., C. P. Li, C. S. Tseng, H. J. Huang, C. G. Chern, and Y. C. Kuo. 2001. Development of aromatic rice variety Tainung 71 (Yihchuan aromatic rice). J. Agric. Res. China 50:1–12. (in Chinese with English abstract)

Song, S. 1978. Study of classification of rice grain in Taiwan. Bull. Taichung DAIS. 2:26–31. (in Chinese with English abstract)

Yang, S. C., W. L. Chang, C. N. Chao, L. C. Chen, and Y. S. Chen. 1990. Breeding process of scented rice variety Tainung 72. J. Agric. Res. China 39:1–13. (in Chinese with English abstract)

Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. IRRI Press. Los Banos, Laguna, Philippines. 269 pp.

Development of Aromatic Rice Variety Tainung 74 [1]

Lung-Che Chen[2,5], Jeng-Chung Lo[3], Rong-Kuen Chen[3], Yi-Shin Chen[2],

Shou-Horng Huang[4], and Ching-Huan Cheng[4]

Abstract

Chen, L. C., J. C. Lo, R. K. Chen, Y. S. Chen, S. H. Huang, and C. H. Cheng. 2009. Development of aromatic rice variety Tainung 74. J. Taiwan Agric. Res. 58:283–301.

A new Japonica (Keng) type aromatic rice variety, Tainung 74, was developed by the Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), COA. The experimental designation of this variety was Chianung yu 901082, and was selected from a progeny of a cross, Tainung 71 and Taikeng yu 30904. Through nine years breeding program, including progeny selection, preliminary yield trial, advanced yield trial, regional yield trial, quality evaluation, panel test, nitrogen response, and storage trial, the Chianung yu 901082 has demonstrated its stable productivity and good grain quality. It was formally registered as Tainung 74 by the Committee of Registration for New Plant Variety of the TARI, COA, Excutive Yuan, on November 14, 2006. The variety possess excellent grain appearance and high eating quality with taro scented flavor, higher yield potential, lower on-panicle sprouting and lodging incidence than Tainung 71. Tainung 74 is moderately resistant to white backed planthopper and smaller brown planthopper, but its resistance to blast disease is unstable. Growth duration is 120 and 106 days, and the average grain yield is 7104 kg/ha and 5362 kg/ha in the first and second crop season, respectively. The variety is recommened to be cultivated in whole rice regions in Taiwan, and the total cultivated area have reached more than 350 hectares in 2009. Several commercial brands, such as 'Snow mountain aromatic rice' and 'Aromatic beauity' etc. for the rice have been named in the market. Furthermore, Tainung 74 had got a golden medal prize at the 10th International Contest on Rice Taste Evaluation of Japan in 2008, and was selected as the best variety for cooking curry rice.

Key words: Japonica rice, Aromatic rice, Breeding.

---

1. Contribution No.2378 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: November 30, 2009.
2. Agronomist and formerly Agronomist and Head, Agronomy Department, Chiayi Agricultural Experiment Branch, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.
3. Associate Agronomist and Head and Assistant Agronomist, Chiayi Branch Station, Tainan DAIS, Lutso, Chiayi, Taiwan, ROC.
4. Assistant Entomologist and formerly Senior Entomologist and Head, Plant Protection Department, Chiayi Agricultural Experiment Branch, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.
5. Corresponding author, e-mail: chenlgce@dns.caes.gov.tw; Fax: (05)2773630.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 58(4):302–309 (2009)

利用台灣金線連無菌播種根莖誘導多倍體研究 [1]

夏奇鋸[2,5] 黃健覃[3] 陳威臣[2] 曹進義[2] 梁淑惠[2] 蔡新聲[4]

摘　要

夏奇鋸、黃健覃、陳威臣、曹進義、梁淑惠、蔡新聲。2009。利用台灣金線連無菌播種根莖誘導多倍體研究。台灣農業研究 58:302–309。

本研究以台灣金線連 (*Anoectochilus formosanus* Hayata) 無菌播種不同週齡之根莖 (rhizome) 作為培植體，並以流式細胞儀檢測新生芽體之倍體數，探討秋水仙素濃度、處理時間及固、液體處理方式對多倍體誘導之影響。比較固態或液態培養基添加 0、0.025、0.125 及 0.625 mM 秋水仙素培養 2 週，對 12 週齡根莖培植體誘導多倍體之效果，結果顯示以 0.625 mM 秋水仙素液態培養者，多倍體誘導率為 44.8% 最佳。以 10、11 及 14 週齡之根莖培養於含 0、0.025、0.25 及 2.5 mM 秋水仙素之固態培養基中 3 天，其中以 14 週齡根莖培植體在 2.5 mM 秋水仙素培養下，多倍體誘導率達 42.4% 最佳，且因其新芽成活率高，獲得之多倍體植株數亦最高。以 10 週齡根莖於含有 2.5 mM 秋水仙素之液體培養基中培養 16、24、48 及 72 小時，結果顯示培養 16 小時即可誘得多倍體，但以培養 24 小時之 4 倍體誘導率 45.5%最高。綜合本研究之結果，顯示利用金線連無菌播種長出之根莖作為培植體，具有數量眾多且成活率高的優點，選擇適當週齡之根莖進行秋水仙素處理，例如以 10 週齡根莖在含有 2.5 mM 秋水仙素之液體培養基中培養 24 小時，各種多倍體誘導率最高可達 54.6%。

關鍵詞：金線連、微體培養、秋水仙素、倍數體、流式細胞儀。

前　言

台灣金線連 (*Anoectochilus formosanus* Hayata) 為蘭科、金線連屬多年生草本植物，是台灣民間珍貴之藥材，經過農業國家型計畫支持及學者的長期研究，已證實金線連不具毒性且具優越之藥理特性 (Liang *et al*. 1990; Liu *et al*. 1998)，目前利用台灣金線連生產保肝相關健康食品已進入申請階段，宣示金線連已由農產品進入保健食品及植物新藥開發的新紀元，未來為配合各式功能性產品的生產開發，預期對於金線連原物料的需求將持續增加，而

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2379 號。接受日期：98 年 12 月 9 日。
2. 本所生物技術組副研究員、助理研究員、聘用助理研究員、計畫助理。台灣 台中縣 霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝學研究所研究生。台灣 台中市。
4. 朝陽大學生化科技研究所教授。台灣 台中縣 霧峰鄉。
5. 通訊作者，電子郵件：hsia@tari.gov.tw；傳真機：(04)23302806。

原物料的供應若受限，將有礙台灣金線連產品在市場上之競爭力。回顧過去台灣金線連雖有人工栽培，但產業因病害相關問題未能解決而未見擴大，利用育種改良選育抗病、高產之優良品種，雖為根本解決之道，但台灣金線連面臨缺乏抗病種原及蘭科植物育種所需時間過長的限制，亟思以其他方法突破此一困境。

多倍體主要是指染色體數目較正常 2N 倍加之植株，與正常倍數體之植株相比較，其差異有：植物營養器官的增大或數量的增加，如葉面積、氣孔、根數、花朵以及花瓣數 (Osborn 2003)；可用於克服二倍體花粉雜交不親合性，或生產不孕 (無子) 之三倍體植株 (Poehlman 1987)；提高植物二次代謝物產量及對逆境抵抗能力的提升 (Dhawan & Lavania 1996)。Chakraborti *et al.* (1998) 指出利用秋水仙素在試管內 (*in vitro*) 或稱為離體培養誘導多倍體的形成率遠高於直接處理在植物體 (*in vivo*)，原因為離體培養植物之生理狀態及環境的控制較佳所致，對於台灣金線連利用離體培養誘導多倍體之研究，鮮少見學者提出 (Huang 2007)，由於自然界自發性染色體倍加的頻率非常低，本研究選擇以無菌播種長出的不同週齡根莖 (rhizome) 作為培植體，以秋水仙素處理誘導多倍體產生，試驗因子包括藥劑濃度、處理時間以及處理培養基之物相，並以流式細胞儀 (flow cytometry) 對新生芽體之葉片進行倍體數分析。

材料與方法

無菌播種

台灣金線連授粉 60 天後之果莢，以 75% 乙醇表面消毒 1 分鐘，再以 1% (v/v) NaOCl (稀釋自 Clorox Bleach, USA) 添加數滴 Tween 20 搖動消毒 10 分鐘，續以無菌水清洗 3 次，消毒完成後於無菌操作檯內切開果莢，夾取種子均勻接種在固體培養基上。固體培養基以 1/2 MS (Murashige & Skoog 1962) 無機鹽類添加 1 mL/L 花寶觀葉植物液 $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$：6-3-3 (HYPONex, Japan)、1 g/L Peptone、3%蔗糖及 9 g/L Bacto agar (Huang 2007)。固體培養容器為直徑 90 mm、高度 15 mm 的培養皿，每皿置 25 mL 培養基。

秋水仙素處理試驗

以 12 週齡之台灣金線連根莖為培植體，培養於添加 0、0.025、0.125 及 0.625 mM 秋水仙素之前述固體培養基或液體培養基，固體處理於每一培養皿內置 30 個培植體，共有 6 皿。液體培養基除不添加 Bacto agar 外，其餘成分與固體培養基相同，液體培養基裝入 125 mL 三角瓶，每瓶裝 10 mL。液體培養處理於瓶內置 180 個培植體，以 60–90 rpm 震盪培養。固、液態秋水仙素處理均經 2 週培養後，繼代於不含秋水仙素固體培養基，以後每 4 週繼代一次，8 週後調查成活率。倍體數檢測則在培植體新芽之第一片葉展開後，切取葉片進行檢測。另外以無菌播種 10、11 及 14 週齡根莖為培植體，於添加 0、0.025、0.25 及 2.5 mM 秋水仙素之固態培養基中培養 3 天，每一培養皿置 30 個培植體，共 6 皿。繼代方法及調查同上述試驗。又以無菌播種 10 週齡根莖為培植體，接種於含 2.5 mM 秋水仙素之液體培養基中，培養時間分別為 16、24、48 及 72 小時，繼代方法及調查同上述試驗。

染色體之倍體數分析

在新芽之第一片葉展開後，切取面積約 1 cm^2 葉片，加入 0.2 mL UV CyStain Precise T 萃取緩衝液 A (Partec, Germany)，以刀片將組織切碎後過濾，再於濾液中添加 0.8 mL Partec Cystain Precise T 緩衝液 B，靜置染色 3 分鐘。每個芽體取樣 2 次，以流式細胞儀 (Partec PA, Germany) 分析，每一樣品共檢測 5000 個細胞核。

統計分析

培植體存活率百分比先經 arcsine 角度轉換，其餘調查數據直接以 SAS 套裝統計分析軟體進行 ANOVA 變方分析及最小顯著性差異 (least significance difference, LSD) 測驗。

結　果

將無菌播種 12 週齡之根莖培養於含有不同濃度秋水仙素之液體或固體培養基中 2 週，再繼代於不含秋水仙素培養基後，培植體之存活率隨秋水仙素濃度上升而下降。在相同濃度處理下，固、液相培養基相較，培植體之存活率差異不顯著，僅 0.125 mM 秋水仙素在液體培養者大於培養於固體培養基 (表 1)。以流式細胞儀所測之再生新芽葉片的倍體數表現如表 1 所示，培養於不含秋水仙素或含 0.025 mM 秋水仙素的固體或液體培養基者，皆未見多倍體產生。多倍體植株誘導率在固、液體培養基中，皆以含 0.625 mM 濃度較佳，但液態培養之多倍體誘導率達 44.8%，其中 37.9%為 4 倍體，6.9%為 8 倍體；而固體培養之誘導率僅 30.0%，其中 4 倍體植株佔 20.0%，10.0%為 8 倍體。

比較不同週齡 (10–14 週) 之根莖培植體，於含有 0–2.5 mM 秋水仙素之固體培養基中，培養 3 天對多倍體誘導的影響。結果顯示，對照組 (0 mM) 及 3 種週齡低濃度 0.025 mM 處理者，雖然存活株數較多，但多倍體比率偏低，因此只逢機取 20 株樣品進行檢測 (表 2)，在 0.25 及 2.5 mM 兩處理則依實際存活株數進行檢測。3 種週齡之培植體相較，以 14 週齡之根莖培植體較 10 及 11 週齡者有較高之芽數存活數。各週齡根莖及秋水仙素濃度處理所得之多倍體誘導比率如表 2 所示，在濃度影響方面，3 種週齡根莖在對照組及低濃度 0.025 mM 秋水仙素處理，僅 10 週齡根莖組有 20.0%多倍體出現，11 及 14 兩週齡皆未檢出多倍體；在 0.25 mM 秋水仙素組，3 種週齡根莖之二倍體比率介於 69.2–75.0%之間，其他倍數體的出現比率在 10.7–16.6%之間，多倍體出現比率偏低，嵌合體比率在 8.3–15.4%之間；高濃度 2.5 mM 處理組中以 10 及 14 週齡根莖之多倍體誘導率較佳，皆為 42.4%，因 14 週齡根莖新芽的成活率較高，總共產生 44 株四倍體，而 10 週齡根莖僅得 8 株 (表 2)。

表 1. 在固態或液態培養中之秋水仙素濃度對台灣金線連 12 週齡根莖誘導多倍體之影響

Table 1. Effect of colchichine in a solid or a liquid medium for two weeks culturing on polyploidy induction of 12-week-old rhizomes of *A. formosanus*

Medium type	Colchicine (mM)	Survival rate (%)[z]	No. of plants analyzed	Polyploidy (%)			
				2C	4C	8C	Chimera
Liquid	0.0	62.0 a	20	100.0	0.0	0.0	0.0
	0.025	28.7 b	20	100.0	0.0	0.0	0.0
	0.125	35.3 b	31	90.3	6.5	3.2	0.0
	0.625	24.0 c	29	44.8	37.9	6.9	10.3
Solid	0.0	67.3 a	20	100.0	0.0	0.0	0.0
	0.025	30.7 b	20	100.0	0.0	0.0	0.0
	0.125	24.0 c	28	82.1	14.3	0.0	3.6
	0.625	15.3 c	10	60.0	20.0	10.0	10.0

[z] Percentage data was analyzed after arcsine transformation. Means in a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$) by LSD test.

表 2. 在固態培養中使用之秋水仙素濃度對不同週齡台灣金線連根莖多倍體誘導之影響

Table 2. Effect of age of rhizomes of *A. formosanus* and concentration of colchicine in the solid medium on induction of polyploidy shoot [z]

Age of rhizome (weeks)	Colchicin (μM)	No. of plants analyzed [y]	Polyploidy (%)					
			2C	3C	4C	7C	8C	Chimera
10	0.0	20	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.025	20	80.0	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0
	0.25	12	75.0	8.3	8.3	0.0	0.0	8.3
	2.5	26	50.0	7.7	30.8	0.0	3.9	7.7
11	0.025	20	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0
	0.25	13	69.2	15.4	0.0	0.0	0.0	15.4
	2.5	39	84.6	7.7	2.6	0.0	0.0	5.1
14	0.025	20	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.25	168	74.4	0.6	10.1	0.0	0.0	14.9
	2.5	139	45.3	0.7	31.7	5.0	5.0	12.2

[z] Rhizomes were incubated in the medium containing colchicine for 3 days.
[y] Total treated rhizomes for each treatment were 180.

以無菌播種 10 週齡根莖培植體經 2.5 mM 秋水仙素液體培養基中培養 16、24、48 及 72 小時，結果顯示各處理之存活率介於 63.3%至 72.2%之間，隨培養時間超過 24 小時，存活率有下降趨勢 (表 3)。整體而言，部分根莖因生長受到藥劑之影響逐漸褐化，但亦有部份培植體長出新生之芽體 (圖 1C, 1D)。以流式細胞儀檢測再生植株的倍體數表現 (表 3)，顯示經 2.5 mM 秋水仙素培養 16 小時即有多倍體被誘導，但以經 24 小時培養者，其 4 倍體比率佔 45.5% 最高。繼續延長培養時間至 48 或 72 小時，多倍體植株比率並未增加，但嵌合體比率有增加之趨勢。

討　　論

多倍體植物於自然界中發生的機率並不高，秋水仙素是人工多倍體誘導最常被使用之藥劑 (Osborn 2003)，人工多倍體誘導可選擇於田間或利用離體培養 (*in vitro*) 方式進行，離體培養之影響因子除藥劑濃度、處理方法外，培植體的選擇與培養條件的配合對於多倍體的誘導亦相當重要 (Chakraborti *et al*. 1998)。台灣金線連種子在無菌播種約 6 週後，可以觀察到胚突破種皮形成根莖，並可經由根莖進行增殖 (Chang 1999)。本研究利用播種長出之根莖作為離體培養誘導多倍體的材料，根莖之優點除本身具備有高度生長分化的能力外，在可取得數量上亦具有優勢；但因蘭科種子為未成熟胚體積甚小，播種初期在藥劑處理及數據調查執行上有困難，而本研究採用播種後 10 週齡已具備根莖型態之培植體，有利於試驗之操作 (圖 1B)。在培植體不同生理年齡的影響方面，本研究中所使用之 10–14 週齡根莖，其中除 11 週齡根莖多倍體誘導率較低 (10.3%) 原因不明外，其他各週齡多倍體誘導率介於 42.4–54.6% 之間，表示這些週齡培植體都具有生長分化之能力，是誘導多倍體的適當材料；其中 14 週齡培植體在芽體成活數上明顯較高 (表 2)，推測原因可能是較高週齡之根莖對於秋水仙素的耐受性提高，間接有助於提高多倍體植株數量的獲得。此外，在各週齡培植體皆有一定比率之嵌合體形成，其中以 10 週齡最低 (表 2)，嵌合

表 3. 以含 2.5 mM 秋水仙素液體培養基處理台灣金線連 10 週齡根莖不同時間對多倍體誘導之影響

Table 3. Effect of duration of incubation in the liquid medium containing 2.5 mM colchicine on the induction of polyploidy from 10-week-old rhizomes of *A. formosanu*

Culture period (h)	Survival rate [z, y] (%)	No. of plants analyzed	Polyploidy (%) 2C	3C	4C	Chimera
16	72.2 a	12	66.7	0.0	16.7	16.7
24	68.9 a	11	36.4	9.1	45.5	9.1
48	63.8 b	10	70.0	0.0	0.0	30.0
72	63.3 b	22	63.3	9.1	0.0	27.3

[z] Percentage data was analyzed after arcsine transformation. Means in a column with different letters are significantly different ($p < 0.05$) by LSD test.
[y] Means in the column with different letters are significantly different ($p < 0.05$) by LSD test.

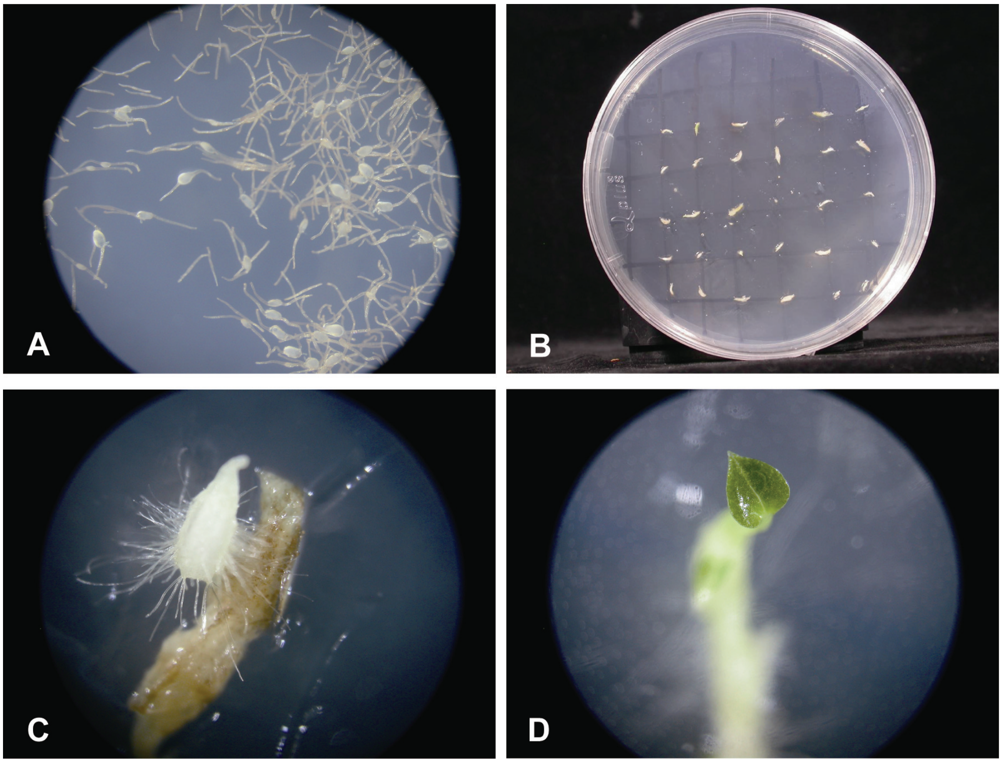

圖 1. 台灣金線連種子發芽、秋水仙素處理後之根莖及其再生芽體生長分化之情形。(A) 無菌播種 1 週後之種子；(B) 經 2.5 mM 秋水仙素液體處理一天後之 10 週齡根莖於固體培養基中生長之情形；(C) 新芽自秋水仙素處理後之根莖長出；(D) 新芽葉片展開之情形。

Fig. 1. *A. formosanus* showing germination of seeds (A) and regeneration of shoot and leaf from colchicine-treated rhizome (B–D). (A) Sterilized seeds germinated one week after sawing; (B) Growth of 10-week-old rhizomes on the solid medium after treatment for 1 day in the liquid culture containing 2.5 mM colchicine; (C) A regenerated shoot derived from the colchicine-treated rhizome; (D) Formation of a leaf from the shoot.

體的出現是否與培植體分化愈趨成熟有關，值得進一步研究。除利用無菌播種根莖作為培植體外，莖節培植體亦常被用來作為增殖台灣金線連之用，其作為多倍體誘導材料與根莖培植體的優劣比較，將另撰文討論。

秋水仙素使用濃度的高低會影響多倍體的誘導率，但一般而言，培植體的生長會因秋水仙素濃度增加而受到抑制，嚴重者會導致芽體死亡 (Gao *et al.* 1997; Roy *et al*. 2001)，因此適當濃度的秋水仙素除有效誘導多倍體外，必需兼顧培植體的成活率，才能得到總量較高的多倍體植株。此外，多倍體誘導效果會受秋水仙素濃度與處理時間的共同影響， Kadota & Niimi (2002) 以洋梨 (*Pyrus pyrifolia* N. cv. Hosui) 芽體培養於 0、0.25、2.5 mM 秋水仙素中 1、2、4 及 8 天，結果以 0.25 mM 秋水仙素處理2天對於多倍體誘導效果最佳。Redha *et al.* (1998) 使用小麥花藥為材料，以 0.25 和 2.5 mM 秋水仙素配合 0、1、3 及 5 天處理時間，發現 0.25 mM 及 2.5 mM 秋水仙素處理分別在處理 5 天及 1 天後可產生雙單倍體。這些試驗結果皆顯示，多倍體的誘導需要秋水仙素濃度配合適當的處理時間方能達成。在本研究中以 2.5 mM 秋水仙素在液態培養 16 小時處理，即可誘導多倍體植株的產生，但多倍體誘導率則在秋水仙素 24 小時培養達最高 (54.6%)；而在本研究另一試驗中以低濃度 0.625 mM 固體培養處理時間長達 2 週，雖然多倍體的誘導率表現亦佳 (44.8%)，但因處理時間過長，導致培植體的成活率偏低 (20.4%)。此外，本研究中在含有 2.5 mM 秋水仙素之液體培養處理 0–72 小時，發現處理時間延長至 48 小時後，多倍體的比例不再隨之增加，但觀察成活率有下降及嵌合體比率有提高之趨勢，這些現象是否與秋水仙素處理時間的延長有關，值得進一步研究。

除了秋水仙素濃度與時間的配合外，本研究在秋水仙素處理的物相形式方面，比較了固、液態兩種培養方式，結果發現液體培養在秋水仙素濃度提高時，培植體成活率與多倍體比率表現皆較固體培養為佳，這可能與液體培養在各種物質的交換性較佳有關。

綜合以上試驗結果顯示，培植體的生長發育狀態、秋水仙素處理濃度、處理時間及固、液相培養方式，不僅對培植體的成活率有影響，對多倍體誘導率及嵌合體的形成率亦有相關。以本研究為例，選擇 10 週齡之根莖作為培植體，以 2.5 mM 秋水仙素利用液態培養方式進行 24 小時培養，多倍體的誘導率可達 54.6%，培植體的成活率高並且嵌合體的出現比率較低，是最適當的處理組合。

誌 謝

本研究經費來源為農業生物技術國家型計畫所提供，計畫編號 96-2317-B-055-008 特此申謝。

引用文獻 (Literature cited)

Chakraborti, S. P., K. Vijayan, B. N. Roy, and S. M. Qadri. 1998. *In vitro* induction of tetraploidy in mulberry (*Morus alba* L.). Plant Cell Rep. 17:799–803.

Chang, N. W. 1999. Mass Propagation of *Anoectochilus formosanus* through Tissue Culture. Master thesis. Chung Hsing Univ., Taichung, Taiwan. 82 pp. (in Chinese with English abstract)

Dhawn, O. P. and U. C. Lavania. 1996. Enhancing the productivity of secondary metabolites via induced polyploidy. Euphytica 87:81–89.

Gao, S. L., D. N. Zhu, Z. H. Cai, and D. R. Xu. 1997. Autotetraploid plants from colchicines-treated bud culture of *Salvia miltiorrhiza* Bge. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 47:73–77.

Huang, J. T. 2007. Colchicine on Polyploidy Iinduction of *In Vitro Anoectochilus formosanus* Hayata. Master thesis. Chung Hsing Univ., Taichung, Taiwan. 61 pp. (in Chinese with English abstract)

Kadota, M. and Y. Niimi. 2002. *In vitro* induction of tetraploid plants from a diploid Japanese pear cultivar (*Pyrus pyrifolia* N. cv. Hosui). Plant Cell Rep. 21:282–286.

Liang W. L., R. C. Chen, Y. J. Chiang, C. H. Su, L. L. Yang, and K. Y. Yen. 1990. Study on *Anoectochilus formosanus* species I. study on the physiological activities of Jin-Xian-Lian. Formosan Sci. 43:47–58.

Liu, S. Y., T. W. Chang, J. Y. Wang, A. H. Chang, and S. C. Wang. 1998. Studies on the varietal characters and acute toxicity of *Anoectochilus* spp. J. Agric. Res. China 47:242–258 (in Chinese with English abstract)

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15:473–497.

Osborn, T. C., J. C. Pires1, J. A. Birchler, D. L. Auger, Z. J. Chen, Hyeon Se Lee, L. Comai, A. Madlung, R. W. Doerge, V. Colot, and R. A. Martienssen. 2003. Understanding mechanisms of novel gene expression in polyploids. Trends Genet. 19:141–147.

Poehlman, J. M. 1987. Breeding Field Crops. 3rd ed. Van Nostraud Reinhold, New York. 724 pp.

Redha, A., T. Attia, B. Büter, S. Saisingtong, P. Stamp, and J. E. Schmid. 1998. Improved production of doubled haploids by colchicines application to wheat (*Triticum aestivum* L.) anther culture. Plant Cell Rep. 17:974–979.

In Vitro Induction of Polyploidy from Rhizomes of *Anoectochilus formosanus*[1]

Chi-Ni Hsia[2,5], Jian-Tan Huang[3], Uei-Chern Chen[2], Chin-Yi Tsao[2], Shu-Hui Liang[2], and Shin-Sheng Tsay[4]

Abstract

Hsia, C. N., J. T. Huang, U. C. Chen, C. Y. Tsao, S. H. Liang, and S. S. Tsay. 2009. *In Vitro* induction of polyploidy from rhizomes of *Anoectochilus formosanus*. J. Taiwan Agric. Res. 58:302–309.

This study was conducted to investigate effects of concentration, exposure duration of colchicine and treating colchicine with liquid or solid agar medium on *in vitro* induction of polyploidy from rhizomes of *Anoectochilus formosanus*. Ploidy of shoots derived from rhizome explants were analyzed using a flow cytometry. When the 12-week-old rhizome explants were cultured for two weeks in a solid agar medium or in a liquid medium containing 0, 0.025, 0.125, and 0.625 mM colchicine, the induction rate of polyploidy was the highest (44.8%) for the regenerated shoots in the liquid culture containing 0.625 mM colchicine. When the 10-, 11-, and 14-week-old rhizome explants were cultured for 3 days on a solid agar medium containing 0, 0.025, 0.25, and 2.5 mM colchicine, the induction rate of polyploidy (42.4%) was the highest in the samples of 10-week-old and 14-week-old rhizomes on the medium containing 2.5 mM colchicine. Moreover, the 14-week-old rhizomes produced higher number of polyploidy plants than that of 10-week-old rhizomes because the former had a higher survival rate. When the 10-week-old rhizomes were cultured for 16, 24, 48, and 72 hours in a liquid medium containing 2.5 mM colchicine, the earliest polyploidy shoots showed in the treatment of 16 hour but the highest rate of tetraploid was found in the treatment of 24 hour (45.5%). This study reveals that the 10-week-old rhizomes of *A. formosanus* are suitable explants for *in vitro* production of polyploidy plants as they produced high rate (54.6%) of polyploidy plants after treating for 24 hour in the liquid culture containing 2.5 mM colchicines.

Key words: *Anoectochilus formosanus*, Micropropagation, Colchicine, Polyploidy, Flow cytometry.

---

1. Contribution No.2379 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: December 9, 2009.
2. Respectively, Associate Researcher, Assistant Researcher, Assistant Researcher, Project Assistant, Biotechnology Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Graduate student of National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Professor, Chaoyang University of Technology, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
5. Corresponding author, e-mail: hsia@tari.gov.tw; Fax: (04)23302806.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 58(4):310–315 (2009)

西瓜表現序列標幟衍生微衛星標誌之開發與探討 [1]

陳哲仁[2] 古新梅[3] 王昭月[2] 吳明哲[2,4]

摘　要

陳哲仁、古新梅、王昭月、吳明哲。2009。西瓜表現序列標幟衍生微衛星標誌的開發與探討。台灣農業研究 58:310–315。

微衛星標誌或稱為簡單重複序列是廣泛使用的一種分子遺傳標誌，目前利用 cDNA 和表現序列標幟開發簡單重複序列標誌已使用在許多植物物種，這些標誌可作為基因定位及品種鑑定等重要用途。本試驗自 NCBI dbEST 資料庫取下 8584 筆西瓜 EST 序列，經分析結果已鑑定出 546 筆 EST 序列攜帶簡單重複序列，共含有 585 個表現序列標幟衍生重複序列，其中以三鹼基重複序列為最大宗。本試驗中，從 283 筆西瓜 EST 序列成功設計重複序列標誌引子，並以市售 F1 雜交品種測試重複序列引子偵測能力及評估多型性。試驗結果大約 95%的引子可增幅 DNA 片段，並且有 24 個引子對在 22 個測試品種中偵測出多型性。本研究結果將可應用於建立更完善的西瓜簡單重複序列遺傳連鎖圖譜。

關鍵詞：西瓜、簡單重複序列、表現序列標幟、分子標誌。

微衛星標誌 (microsatellite marker) 或稱為簡單重複序列 (simple sequence repeat, SSR) 是由長 1–6 個鹼基重複排列組成，散佈在整個基因組中，可用於遺傳圖譜建立、品種純度鑑定、遺傳歧異性分析以及分子標誌輔助育種等用途 (Wang *et al*. 2006)。簡單重複序列是從基因組 DNA 或 cDNA 序列中鑑定發現 (Fernandez-Silva *et al*. 2008)，過去以傳統方法若要將基因組簡單重複序列鑑定分離，需要建構細菌人工染色體基因庫 (bacterial artificial chromosome, BAC library)，與放射性物質標定特定重複序列組成的核酸探針進行雜合，篩選及解序呈陽性反應殖系，這些過程需要投入大量的成本、時間與人力進行開發，而且鑑定出來的 SSR 分子標誌也侷限於使用的探針種類。近年來許多 cDNA 解序計畫已釋出許多表現序列標幟 (expressed sequence tag, EST) 序列片段至公眾資料庫 (Ok *et al*. 2000; Levi *et al*. 2006)，因此，一個替代方式是利用公眾資料庫的 cDNA 序列資料，利用簡單重複序列搜索程式 (simple sequence repeat identification tool) 從中發掘簡單重複序列，並接續引子設計程式如 Primer3 開發 SSR 標誌引子，目前這項技術已實際應用在穀類作物及棉花的 SSR 標誌開發，

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2376 號。接受日期：98 年 11 月 16 日。
2. 本所生物技術組聘用助理研究員、助理研究員及研究員兼組長。台灣　台中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝系助理教授。台灣　台中市。
4. 通訊作者，電子郵件：wu@tari.gov.tw；傳真機：(04)23302806。

大幅增進可利用 SSR 標誌數量 (Wang *et al.* 2006; Swarup *et al.* 2006)。

西瓜 [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai]，英名 Watermelon，為一年生蔓性草本植物，屬於葫蘆科 (Cucurbitaceae) 西瓜屬 (*Citrullus*)。依據 2007 年農業統計年報資料，台灣西瓜栽培面積 14,198 ha，位居蔬果類第一位 (COA 2007)，年產值約 44 億元。以往西瓜分子遺傳相似性與歧異度評估主要是根據隨機擴增多型性 DNA (random amplified polymorphic DNA, RAPD) 及 inter simple sequence repeat (ISSR) 分子標誌分析結果 (Levi *et al.* 2002; Hashizum *et al.* 2003; Wang *et al.* 2005)。為了豐富西瓜分子標誌研究基礎資料，與協助國內種苗業者發展品種及種子純度 DNA 檢測方法，本試驗由 NCBI dbEST 資料庫 (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/dbEST/) 下載西瓜表現序列標幟，調查重複序列分布情形和設計 EST-derived SSRs 分子標誌，並且以市售栽培品種評估此開發的SSR標誌可利用性與品種純度檢測應用潛力。

本試驗自農友種苗公司購得 22 個西瓜一代雜交商業品種。在 2008 年 12 月 5 日從 NCBI dbEST 資料庫，以'*Citrullus lanatus*'為關鍵字取下 8584 筆 EST 序列，參考 Wang *et al.* (2006) 自 EST 分離及設計 SSR 引子的方法，利用 Gramene 網站的工具軟體 SSRIT (http://www.gramene.org/db/markers/ssrtool) 篩選簡單重複序列 (圖 1)，在 546 筆 EST 序列中一共發現 585 個簡單重複序列 (表 1)，佔西瓜全部 EST 序列的 6.36%，介於咖啡 16.6% (Aggarwal *et al.* 2006) 和棉花 4.4% (Wang *et al.* 2006) 之間。其中以 tri-nucleotide repeat 有 316 個 (佔 54%) 最多，相似於水稻、小麥、玉米、高粱、大麥、棉花、柑橘以及阿拉伯芥等物種之結果 (Chen *et al.* 2006; Swarup *et al.* 2006; Wang *et al.* 2006)；其次依序為 190 個 di-nucleotide repeat、36 個 tetra-nucleotide repeat、31 個 penta-nucleotide repeat 以及 12 個 hexa-nucleotide repeat (表 1)，Wang *et al.* (2006) 指出 tri-nucleotide repeat 最多可能與 mRNA 轉譯的三聯碼特性有關，而在 3′ 端及 5′ 端非轉譯區間 (untranslated regions, UTR) 則常有 di-nucleotide repeat 序列。西瓜 EST 序列個別的 SSR motif 出現頻率以 70 個 AG/TC 最高 (11.97%)，相同於柑橘和咖啡 (Aggarwal *et al.* 2006; Chen *et al.* 2006)，也是植物界中最豐富的 SSR motif 類型 (Wang *et al.* 2006)，其他長度的 SSR motif 出現頻率最高者依序為 54 個 CCA/GGT、5 個 AAAT/TTTA、7 個 TTTTA/AAAAT 以及 2 個 CTTTTT/GAAAAA。

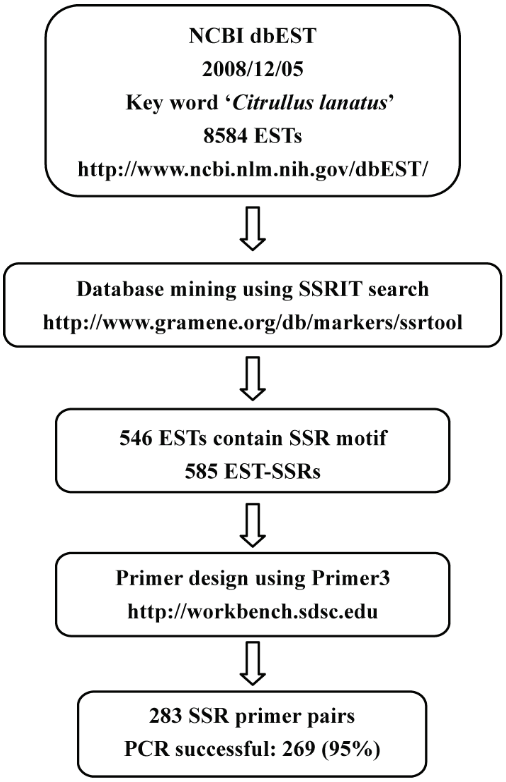

圖 1. 西瓜自表現序列標幟開發 SSR 分子標誌流程圖。

Fig. 1. Flow chart of the SSR mining procedure by using public *Citrullus lanatus* ESTs.

利用工具軟體 PRIMER3 設計 283 個 SSR 標誌引子對，以 3 個一代雜交品種‘新蘭’、‘甜美人’以及‘慧玲’進行測試，結果有 244 個 (86.2%) 可以增幅符合預期的條帶，另有 14 個因沒有產物或呈現複雜條帶分布無法利用，此外，有 25 個產生之 PCR 產物比預期大出數十至超過 1000 bp 的條帶，顯示可能是有 intron 插入，整體上新設計的分子標誌成功率超過 95%。較前人自西瓜基因組序列設計 107 個 SSR 引子對僅 45 個可獲得條帶之成功率較高，也明顯優於小麥及甘蔗約 60%成功率平均值 (Thiel *et al*. 2003; Hawkins *et al*. 2001)，但多型性 SSR 標誌比例 8.9%略低於前人西瓜 SSR 標誌分析之結果 5/45 (11.1%)，初步推論可能是因為 EST-derived SSR 分布在基因體中高度保留性區間所導致的差異 (Hawkins *et al*. 2001; Aggarwal *et al*. 2006)，但是本試驗所建立的具有多型性的 SSR 標誌比前人發表的總數量多。

表 1. 西瓜表現序列標幟中主要的簡單重複序列類型與數量

Table 1. Types and numbers of di- and tri-nucleotide SSR motifs obtained from *Citrullus lanatus* ESTs

	No. of repeats																	
SSR motif	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	≥20	Total
AG/TC				11	8	28	3	3	1	2	1	1			9		3	70
AT/TA				19	13	5	4	3	7	2		1	1		1	1		57
CT/GA				17	9	7	1	2	1			3		1		3	2	46
CA/GT				1	1		1	6										9
AC/TG				1	3	1	1	1					1					8
CCA/GGT		3	51															54
CTT/GAA		18	5	7	2	2	2	1		2	1					1	1	42
AAG/TTC		16	2	3	5		4		1		1							32
ATT/TAA		16	3		2		1											22
AGA/TCT		7	2	1	2	6		1		2								21
AAT/TTA		7	2	1	1	1	1	3		1								17
GCA/CGT		1	2	2				10										15
CAG/GTC		7		5														12
ATC/TAG		3	3	1	3				1									11
TCC/AGG		1	9		1													11
GCC/CGG		9	2															11
ATA/TAT		1		2			1	1		2								7
CTC/GAG		6																6
CCT/GGA		4	2															6
other NNN		27	10	11				1										49
NN [z]				49	34	41	10	15	9	4	1	5	2	1	10	4	5	190
NNN		126	93	33	16	9	9	17	2	7	2					1	1	316
NNNN	16	12	5	2			1											36
NNNNN	26	5																31
NNNNNN	8	2	1	1														12
																	total	585

[z] The total numbers of SSRs with more than 4 repeats were presented.

擴大分析全部 22 個一代雜交品種，發現其中有 24 個標誌呈現多型性，並且‘金蘭’、‘紅鈴’、‘華光’以及‘壽山’有品種專一性標誌可供品種鑑定參考 (圖 2)。本試驗顯示西瓜開發 EST-derived SSRs 是可行的，可擴充有用的 SSR 標誌，可提供品種鑑定和純度檢測之應用，提昇鑑定效率與精確度。

自 1997 年 Jarret *et al.*首次發表西瓜簡單重複序列，和 2006 年 Joobeur *et al.*建置西瓜 BAC 基因庫以來，僅公布 43 個 SSR 標誌引子序列，相較同屬於葫蘆科的洋香瓜有超過 1000 個 SSR 基因座 (Fernandez-Silva *et al.* 2008)，數量還是相對少數。本試驗成功自西瓜 EST 資料庫獲取簡單重複序列，大幅擴充可利用的 SSR 標誌數量。後續將利用西瓜基因組引用文獻配合生物資訊軟體，設計不同類型分子標誌，利用雜交分離族群建構西瓜遺傳圖譜，進行重要性狀基因定位並發展西瓜分子標誌輔助育種系統。

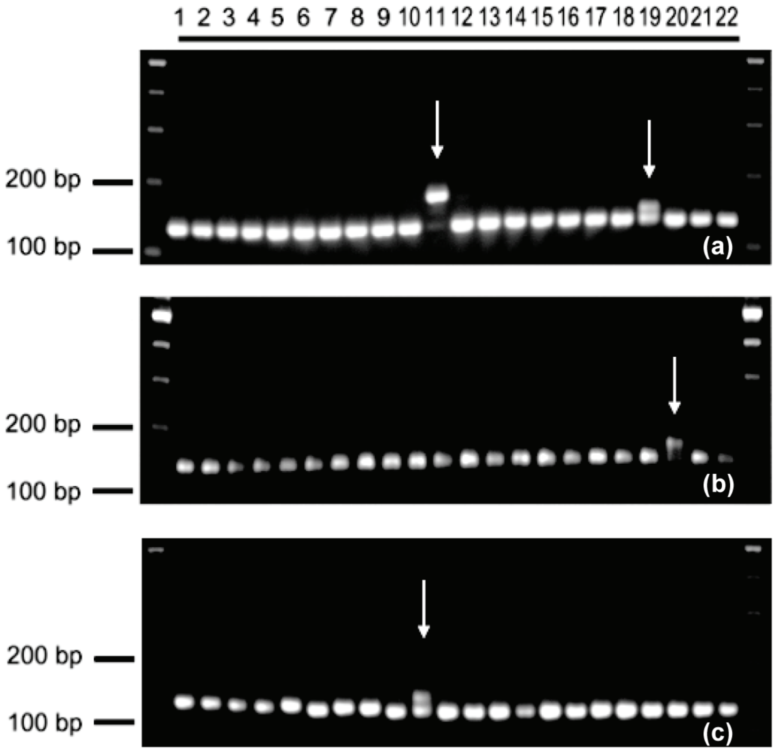

圖 2. 22 個 F1 雜交品種 SSR 基因座擴增產物，箭頭處顯示品種專一性樣式。Lane 1：寶冠；2：新冠；3：秀玲；4：抗病 610；5：新蘭；6：秀蓮；7：鳳蘭；8：澄蘭；9：新龍；10：金蘭；11：紅玲；12：蘭寶；13：花姑娘；14：甜美人；15：大朱蘭；16：華龍；17：慧玲；18：國光；19：華光；20：壽山；21：黛安娜；22：黑姑娘。

Fig. 2. Amplification fragments of SSR loci (a) WMM300, (b) WMM367, and (c) WMM373 in 22 cultivars. Arrow-heads indicated cultivar-specific patterns within twenty-two watermelon F1 cultivars. Lane 1: Golden Crown; 2: New Crown; 3: Showing; 4: Framers Giant; 5: New Orchid; 6: Xiu Lian; 7: New Queen; 8: Orange Orchid; 9: New Dragon; 10: Yellow Baby; 11: Red Delicious; 12: Grand Baby; 13: Famed Lady; 14: Sweet Beauty; 15: Big Orchid; 16: China Dragon; 17: Felling; 18: Kou Guang; 19: Hua Guang; 20: Shou Shan; 21: Diana; 22: La Belle.

引用文獻 (Literature cited)

Aggarwal, R. K., P. S. Hendre, R. K. Varshney, P. R. Bhat, V. Krishnakumar, and L. Singh. 2006. Identification, characterization and utilization of EST-derived genic microsatellite markers for genome analyses of coffee and related species. Theor. Appl. Genet. 114:359–372.

Chen, C. X., P. Zhou, Y. A. Choi, S. Huang, and F. G. Gmitter Jr. 2006. Mining and characterizing microsatellites from citrus ESTs. Theor. Appl. Genet. 112:1248–1257.

Council of Agriculture (COA). 2007. Yearly Report of Taiwan's Agriculture. COA, Exective Yuan. Taipei, Taiwan. 339 pp.

Fernandez-Silva, I., I. Eduardo, J. Blanca, C. Esteras, B. Picó, F. Nuez, P. Arús, J. Garcia-Mas, and A. J. Monforte. 2008. Bin mapping of genomic and EST-derived SSRs in melon (*Cucumis melo* L.). Theor. Appl. Genet. 118:139–150.

Hashizume, T., I. Shimamoto, and M. Hirai. 2003. Construction of a linkage map and QTL analysis of horticultural traits for watermelon [*Citrullus lanatus* (THUNB.) MATSUM & NAKAI] using RAPD, RFLP and ISSR markers. Theor. Appl. Genet. 106:779–785.

Hawkins, L. K., F. Dane, T. L. Kubisiak, B. B. Rhodes, and R. L. Jarret. 2001. Linkage mapping in a watermelon population segregating for fusarium wilt resistance. J. Am. Soc. Hort. Sci. 126: 344–350.

Jarret, R. L., L. C. Merrick, T. Holms, J. Evans, and M. K. Aradhya. 1997. Simple sequence repeats in watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai]. Genome 40:433–441.

Joobeur, T., G. Gusmini. X. Zhang, A. Levi, Y. Xu, T. C. Wehner, M. Oliver, and R. A. Dean. 2006. Construction of a watermelon BAC library and identification of SSRs anchored to melon or *Arabidopsis* genomes. Theor. Appl. Genet. 112: 1553–1562.

Levi, A., C. E. Thomas, T. Joobeur, X. Zhang, and A. Davis. 2002. A genetic linkage map for watermelon derived from a testcross population: (*Citrullus lanatus* var. *citroides* × *C. lanatus* var. *lanatus*) × *Citrullus colocynthis*. Theor. Appl. Genet. 105:555–563.

Levi, A., A. Davis, A. Hernandez, P. Wechter, T. Trebitsh, J. Thimmapuram, T. Trebitsh, Y. Tadmor, N. Katzir, V. Portnoy, and S. King. 2006. Genes expressed during the development and ripening of watermelon fruit. Plant Cell Rep. 25:1233–1245.

Ok, S., Y. S. Chung, B. Y. Um, M. S. Oark, J. M. Bae, S. J. Lee, and J. S. Shin. 2000. Identification of expressed sequence tags of watermelon (*Citrullus lanatus*) leaf at the vegetative stage. Plant Cell Rep. 19:932–937.

Swarup, K. P., R. K. Anand, D. Vivek, K. S. Nagendra, and M. Trilochan. 2006. Unigene derived microsatellite markers for the cereal genomes. Theor. Appl. Genet. 112:808–817.

Thiel, T., W. Michalek, R. K. Varshney, and A. Graner. 2003. Exploiting EST databases for the development and characterization of gene-derived SSR-markers in barley (*Hordeum vulgare* L.). Theor. Appl. Genet. 106:411–422.

Wang, C. B., W. Z. Guo, C. P. Cai, and T. Z. Zhang. 2006. Characterization, development and exploitation of EST-derived microsatellites in *Gossypium raimondii* Ulbrich. Chinese Sci. Bull. 51:557–561.

Wang, J. Y., Y. M. Chang, B. K. Shen, Y. H. Wang, and P. C. Liou. 2005. Molecular markers derived from RAPD and ISSR analysis for identification of watermelon. J. Taiwan Agric. Res. 54:257–269. (in Chinese with English abstract)

Exploitation and Characterization of EST-Derived Microsatellite Markers in Watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai] [1]

Jen-Ren Chen[2], Hsin-Mei Ku[3], Jau-Yeuh Wang[2], and Min-Tze Wu[2,4]

Abstract

Chen, J. R., H. M. Ku, J. Y. Wang, and M. T. Wu. 2009. Exploitation and characterization of EST-Derived Microsatellite Markers in Watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai]. J. Taiwan Agric. Res. 58:310–315.

Microsatellite or simple sequence repeats (SSRs) are molecular markers of choice for many genetic studies. The exploiation of SSR markers from cDNA and expressed sequence tag (EST) has been described for many plant species. These markers are important for genome mapping as well as variety identification. In this study, 546 SSR-containing sequences were identified from 8,584 *Citrullus lanatus* ESTs, retrieved from the NCBI dbEST database. A total of 585 EST-derived SSRs, with tri-nucleotide motifs most abundant among them, were obtained. Primer sequences flanking SSR motifs were successfully designed from 283 *C. lanatus* ESTs. Primers were tested for their ability to amplify SSR loci and polymorphism evaluated among commercial F1 cultivars. Approximately, 95% designed SSR primers were successfully used to amplify PCR products and 24 out of 269 SSR markers revealed polymorphisms among twenty-two watermelon cultivars. These EST-derived SSR markers could be a valuable resource for expanding *C. lanatus* SSR markers and may contribute to establishment of *C. lanatus* SSR genetic linkage map.

Key words: *Citrullus lanatus*, Watermelon, Microsatellite, Simple sequence repeat, Expressed sequence tag, Molecular marker.

---

1. Contribution No.2376 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: November 16, 2009.
2. Respectively, Assistant Agronomist, Assistant Horticulturist, and Senior Horticulturist and Director, Biotechnology Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Assistant Professor, Department of Agronomy, National Chung Hsin University, Taichung, Tawiwan, ROC.
4. Corresponding auther, e-mail: wu@tari.gov.tw; Fax: (04)23302806.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 58(4):316–320 (2009)

台農花梅 1 號–‘純香’的選育 [1]

溫英杰 [2,3] 張靜誼 [2] 劉玉花 [2]

摘 要

溫英杰、張靜誼、劉玉花。2009。台農花梅 1 號–‘純香’的選育。台灣農業研究 58:316–320。

台灣低海拔地區以往只有開單瓣、白花的果梅品種，缺乏觀賞用的花梅品種。利用台灣果梅品種為母本，粉紅重瓣的花梅為父本，育成一個低需冷性，白色重瓣的花梅品種，命名為‘台農花梅 1 號’，商品名為‘純香’。台農花梅 1 號花期在低海拔地區由元月中旬至 2 月上旬，冬季休眠所需之低溫需求量約 75 CU (chilling unit)。花徑 20–23 mm；花瓣 3 層 15 片，雄蕊 51–69 枚，無花粉；雌蕊 1 枚，花香濃郁。

關鍵詞：梅花、育種、觀賞樹木。

梅 (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) 為薔薇科 (Rosaceae) 的落葉喬木，在園藝上除為採果而栽培外，還是重要觀賞花木，品種可區分為果梅與花梅兩大類；收穫果實的為果梅，供觀賞的叫花梅。中國歷代詩詞小說中所歌詠的梅花，通常指的是花梅。台灣位處亞熱帶是梅樹栽培的南限，往南即無梅樹栽培。台灣果梅的栽培，早期皆由果農播種育苗種植，經幾百年來的選拔，產生了一些果梅品種，這些果梅品種皆開白色單瓣花，未見有其他花色或重瓣花梅品種產生的報導 (Ou 1995)。

梅花為傳統名花，因韻勝、格高、先百花而放，而深受國人所喜愛。但是適合低海拔栽培的梅花品種並不多。由日本及大陸引進的梅花品種，多為高需冷性。即冬季需要較多的低溫時數來滿足其打破休眠的需求，台灣低海拔地區缺乏這樣的氣候條件，只能種植在 1500 m 以上氣候較冷涼的高山上。本試驗利用台灣固有低需冷性果梅品種為母本，花朵具有較高觀賞價值但需冷性較高的花梅為父本，進行雜交育種，期能育出適應低海拔氣候環境的花梅品種。

台農花梅 1 號之雜交親本為‘甲仙梅’ (母本) 與‘雲仙梅’ (父本)。‘甲仙梅’為採自甲仙之果梅，‘雲仙梅’則為採自豐原公老坪雲仙谷觀光果園之花梅。親本特性如下：

‘甲仙梅’：開白色單瓣花，於南投縣信義鄉 (海拔 850 m) 12 月下旬開花，果實 4 月中旬成熟，橢圓形，平均果重約 12 g；核小而圓，無尖尾現象。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2381 號。接受日期：98 年 12 月 10 日。
2. 本所作物組研究員、研究助理及研究助理。台灣 台中縣 霧峰鄉。
3. 通訊作者，電子郵件：icwen@tari.gov.tw；傳真：(04)23390791。

‘雲仙梅’：開粉紅色重瓣花、淡香，花瓣 5 層 24–27 片，於台中縣霧峰鄉 (海拔 90 m) 2 月上旬開花，不結實。

選育過程

民國 89 年春天在農業試驗所萬豐農場進行人工雜交，採集預定於次晨開放之父本花蕾，取下花藥置於 25℃之乾燥器內，讓花藥開裂，花粉散出後收集在硫酸紙袋內，置於 4℃冰箱中保存。雜交果實成熟後，取出種子，以 1000 ppm 億力 (Benlate) 消毒 30 分鐘後，再用潮濕的蛭石包埋，置於 5℃中進行濕冷層積，打破種子休眠。種子下胚軸伸出約 1–2 cm 時，取出種植於以 2 份消毒土壤，2 份蛭石，1 份泥炭土混合之培養土中培育，每 10 天施 1000 ppm Peters 肥料 (20-20-20, Scotts) 1 次。

民國 90 年春天，將雜交苗移到田間以 75 cm × 100 cm 的密度栽培，生育期間每 2 週施用 1000 ppm (20-20-20, Scotts) 之液肥及防治病蟲害。民國 93 年元月進行選拔，選拔目標為重瓣花、適應低海拔地區及花期早，台農花梅 1 號入選為優良單株，編號為 ARI-M93-1。同年將 ARI-M93-1 (台農花梅 1 號) 枝條嫁接於農業試驗所羅娜保存園 (南投縣信義鄉，海拔 850 m)，94 年春季嫁接植株開花，94–96 年進行不同海拔植株特性期調查。

自民國 94–96 年在農業試驗所萬豐保存園調查台農花梅 1 號及其親本之生育性狀，台農花梅 1 號元月上旬進入始花期 (10%花朵綻放)，元月中旬進入盛花期 (50%花蕾開花)，元月下旬謝花 (75%花謝)，觀花期約 22 天，花期與其母本‘甲仙梅’相近，較父本‘雲仙梅’則提早近 1 個月。台農花梅 1 號 10 月下旬落葉 (95%葉片掉落) 較其親本晚約 7 天 (表 1) 。

表 1. 2005–2007 年台農花梅 1 號及其親本在萬豐保存園之開花及落葉期

Table 1. The bloom period and defoliation day of Mei ‘Tainung No.1’ and their parents at Wanfong repository from 2005 to 2007

Cultivar	Defoliation date [z] (d/m)	Bloom beginning date [y] (d/m)	Full bloom date [x] (d/m)	Defloration date [w] (d/m)
2005				
Mei ‘Tainung No.1’	25/10	13/1	29/1	15/2
Female parent	18/10	10/1	20/1	29/1
Male parent	18/10	20/1	10/2	25/2
2006				
Mei ‘Tainung No.1’	20/10	8/1	15/1	27/1
Female parent	15/10	7/1	15/1	26/1
Male parent	15/10	30/1	14/2	25/2
2007				
Mei ‘Tainung No.1’	20/10	3/1	15/1	25/1
Female parent	13/10	10/1	15/1	25/1
Male parent	13/10	2/2	15/2	26/2

[z] 95% leaf drop.
[y] 10% flower bloom.
[x] 50% flower bloom.
[w] 75% flower drop.

台農花梅 1 號嫁接後營養生長期短，嫁接後 1 年即可開花。嫁接於羅娜保存園後第 1 年 (94 年) 元月中旬進入始花期，盛花期在元月下旬，2 月上、中旬花謝。95–96 年台農花梅 1 號的始花期皆在 12 月下旬，元月上、中旬盛花，皆較其父母本早；元月下旬花謝，觀花期約 26 天。台農花梅 1 號於 10 月下旬落葉，較其親本晚 2–10 天 (表 2) 。

台農花梅 1 號特性

台農花梅 1 號為半直立性落葉小喬木；枝幹灰褐色，大枝直上及斜出，小枝直上、斜出及橫伸，青綠色，多枝刺。芽分為葉芽和花芽兩種，7 月後從外觀上就可以區別，花枝上以一花芽與一葉芽的雙芽和兩側為花芽中間為葉芽的三芽最多，單芽多著生於枝刺上；葉片綠色，單葉互生，卵形，先端漸長尖；著花較繁密，多單朵開於各類花枝及枝刺上，長、短花枝著花量較徒長枝及枝刺多，短花枝及枝刺的花較長花枝先開，徒長枝最晚。花期早而長，中海拔地區 (850 m，北緯 23°37'，1 月份平均溫度 15.5℃) 由 12 月下旬至元月中旬，低海拔地區 (90 m，北緯 24°00'，1 月份平均溫度 17.6℃) 由元月中旬至 2 月上旬。花徑 20–23 mm；花蕾圓形、粉紅色 (圖 1)，無孔。花型淺碗形，花色初開時為淡粉紅色，隨後漸轉淡，盛開期則為粉白色 (圖 2)；花瓣 3 層 14–16 片，圓形。萼片 5 片，平展，淡絳紫色，底色綠色；花梗短，雄蕊四射，51–69 枚，較花瓣短，無花粉；雌蕊 1 枚；花心正常。不結果，有甜香。萌芽期為 2 月上旬，10 月下旬落葉。

台農花梅 1 號冬季休眠所需之低溫需求量以佛羅里達大學育成的桃品種為參考，推估約 75 CU (chilling unit) (Sharpe & Sherman 1990)，可作為台灣中低海拔地區的景觀樹種，且有花期早、重瓣花及具香味的優點，有其良好前景；作為盆花或切花，因市場上無競爭品種，也有很好的商機。台農花梅 1 號也可作為育成粉紅色或花瓣數更多的低需冷性梅花品種之親本，為爾後梅花育種之重要材料。

表 2. 2005–2007 年台農花梅 1 號及其親本在羅娜保存園之開花及落葉期

Table 2. The bloom period and defoliation day of Mei ‘Tainung No.1’ and their parents at Rona repository from 2005 to 2007

Cultivar	Defoliation date [z] (d/m)	Bloom beginning date [y] (d/m)	Full bloom date [x] (d/m)	Defloration date [w] (d/m)
2005				
Mei ‘Tainung No.1’	10/11	13/1	25/1	10/2
Female parent	20/10	30/12	10/1	22/1
Male parent	27/10	10/1	20/1	5/2
2006				
Mei ‘Tainung No.1’	27/10	28/12	12/1	23/1
Female parent	18/10	5/1	15/1	22/1
Male parent	25/10	13/1	22/1	10/2
2007				
Mei ‘Tainung No.1’	30/10	25/12	10/1	21/1
Female parent	15/10	1/1	10/1	20/1
Male parent	20/10	8/1	18/1	5/2

[z] 95% leaf drop.
[y] 10% flower bloom.
[x] 50% flower bloom.
[w] 75% flower drop.

圖 1. 台農花梅 1 號之花蕾為粉紅色。
Fig. 1. The pink flower bud of Mei 'Tainung No.1'.

圖 2. 台農花梅 1 號盛花情形。
Fig. 2. The full bloom of Mei 'Tainung No.1'.

引用文獻 (Literature cited)

Ou, S. K. 1995. Mei. p.157–162. *in*: Taiwan Agriculture Encyclopedia (crop). (Kang, Y. D., N. Lee, and W. N. Chang, eds.) 2^{nd} ed. Harvest Publisher Press. Taipei. (in Chinese)

Sharpe, R. H. and W. B. Sherman. 1990. Peach cultivars in Florida and their chilling requirement. Acta Hort. 279:191–197.

The Selection of Flowering Mei (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) 'Tainung No.1' [1]

Ien-Chie Wen[2,3], Ching-Yi Chang[2], and Yu-Hua Liu[2]

Abstract

Wen, I. C., C. Y. Chang, and Y. H. Liu. 2009. The selection of flowering Mei (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) 'Tainung No.1'. J. Taiwan Agric. Res. 58:316–320.

Due to low winter chill units in low elevation areas of Taiwan, only single petal, white flower varieties of Mei (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) were grown as a fruit crop and there was no ornamental Mei varieties grown in these regions. The objective of this study was to develop an ornamental Mei with low chilling requirement for the low elevation areas of Taiwan. A Taiwan local Mei variety was crossed with pollen of a double petal, pink flower ornamental Mei which is a genotype with higher chilling requirement. Among the F_1 progenies, a fragrant, multiple petal, white flower Mei genotype was selected and named as 'Tainung No.1'. This variety has low chilling requirement and outstanding tree characteristics such as early bloom, vigorous yree shape and nice flower shape etc. The bloom period of Mei 'Tainung No.1' is from mid-January to early February in low elevation areas of Taiwan. The requirement for winter chill of this variety is about 75 chilling units. The flower of Mei 'Tainung No.1' is 20–23 mm in diameter and it has 15 petals, one pistil and 51–69 stamens without pollen grans.

Key words: Flowering Mei, Breeding, Ornamental Tree.

---

1. Contribution No.2381 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: December 10, 2009.
2. Respectively, Senior Researcher, Research Assistant, and Research Assistant, Crop Science Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, e-mail: icwen@tari.gov.tw; Fax: (04)23390791.

台 灣 農 業 研 究

第五十八卷　目　次

第一期

研究報告

黃肇家、Robert E. Paull	文心蘭切花、花苞與花朵對乙烯之反應	1
吳宗諺、利幸真 邱釆新、蔡淑珍	探討不同甘藷品種熱水萃取液之抗氧化能力	7
姚美吉、李啓陽 路光暉	進口米之害蟲與害蟎種類調查及監測	17
劉紹國、謝光照 曾富生	台灣超甜玉米雜種優勢類群之探討	31
李裕娟、楊純明 蕭巧玲	栽培季節氣象環境對水稻台農 71 號生產之影響	45
王子慶、李後易 楊季清	井邊草體外抗氧化與抗脂質過氧化活性之評估	55
李文立、李碩朋 陳甘澍、林榮貴 戴廷恩、鍾仁彬	利用葉綠體 matK 基因序列分析原生石斛蘭之遺傳歧異度	61

第二期

研究報告

歐錫坤、劉明櫶 王昭月、宋家瑋 陸明德	‘春蜜’桃果實寒害導致果肉粉質劣變的控管	73
邱一中、王清玲	利用硼砂餌劑防治入侵紅火蟻 (*Solenopsis invicta* Buren) (膜翅目：蟻科) 之效果評估	84
林奕承、呂椿棠 魏夢麗、呂秀英	水稻抗白葉枯病基因表現蛋白質之多白胺酸重複 (LRR) 的分布及胺基酸組成	93
蔡淑珍、吳宗諺	酵母菌株和蒸餾處理對米酒粕營養組成之影響	106
李裕娟、楊純明	紅葉紫蘇植株生長及葉片紫蘇醛之季節變化	114
謝光照	黑糯玉米農藝性狀之組合力分析	125
余志儒、陳炳輝	三種植物油對二點葉蟎之致死效果	136

研究簡報

陳琦玲、蘇雲翰 劉嘉仁、李艷琪	夜間路邊照明對大豆生長與產量之影響	146

第三期

研究報告

魏夢麗、鍾依涵 呂椿棠、呂秀英	水稻抗白葉枯病基因之密碼子使用偏性	155
劉滄棽、彭宗仁 吳昇鴻、范家華 林毓雯	分析植體氮同位素組成鑑別有機蔬菜之初步評估	169
黃晉興、陳純葳 蘇俊峰	甜瓜白粉病菌之繁殖、接種及保存	176
蔡志濃、安寶貞 王姻婷、王馨媛 胡瓊月	利用中和後之亞磷酸溶液防治馬鈴薯與番茄晚疫病	185
鄭櫻慧、陳金枝 廖吉彥、鄧汀欽 張清安	感染洋桔梗之番椒葉脈斑駁病毒之分離與鑑定	196
張哲瑋、顏昌瑞 徐信次、王婉伶 蔡武雄、程永雄 何昭吉	荔枝新品種台農 3 號玫瑰紅之育成	208
李長沛、古新梅 胡澤寬、陳治官 賴明信、曾清山 陳哲仁、曾東海	栽培稻 (*Oryza sativa*) 與野生稻 (*O. australiensis*) 導入系統之建立及其產量相關性狀之表現	219

研究簡報

戴廷恩、許圳塗	ABA、Fluridone 及 Sucrose 對鐵炮型及群間雜交種百合鱗片葉發育形態影響之研究	234

第四期

研究報告

李文立、邱國棟 翁一司	芒果種原親緣關係之研究	243
曹進義、許絨誌 闕甫伈、陳威臣 夏奇鈮	以 RAPD 技術進行白及種原之遺傳歧異度分析	254
余志儒	乳化大豆油對棉蚜 (同翅目：常蚜科) 之致死效果	265
薛百祺、唐佳惠 官青杉、李堂察	貯藏溫度對‘台農 17 號’鳳梨果實內部褐化之研究	273
陳隆澤、羅正宗 陳榮坤、陳一心 黃守宏、鄭清煥	水稻香米品種台農 74 號之育成	283
夏奇鈮、黃健覃 陳威臣、曹進義 梁淑惠、蔡新聲	利用台灣金線連無菌播種根莖誘導多倍體研究	302

研究簡報

陳哲仁、古新梅 王昭月、吳明哲	西瓜表現序列標幟衍生微衛星標誌之開發與探討	310
溫英杰、張靜誼 劉玉花	台農花梅 1 號–‘純香’的選育	316

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

Contents of volume 58

Number 1

Research Reports

Chao-Chia Huang and Robert E. Paull	The Responses of *Oncidium* Cut Flowers to Ethylene and 1-MCP	1
Tsung-Yen Wu, Hsin-Chen Lee, Tsai-Hsin Chiu, and Shwu-Jene Tsai	Studies on Antioxidant Capacity of Hot Water Extracted from Different Sweet Potato Varieties	7
Me-Chi Yao, Chi-Yang Lee, and Kuang-Hui Lu	Survey and Monitoring of Insect and Mite Pests in Imported Rice	17
Shao-Kuo Liu, Guang-Jauh Shieh, and Fu-Sheng Thseng	Studies on Heterotic Patterns of Super Sweet Corn Varieties in Taiwan	31
Yuh-Jyuan Lee, Chwen-Ming Yang, and Chiao-Ling Hsiao	Influence of Climatic Conditions on Production of Rice Cultivar TNG 71	45
Tzu-Ching Wang, Hou-I Lee, and Chi-Ching Yang	Evaluation of In Vitro Antioxidant and Anti-Lipid Peroxidation Activities of Ching-Pien-Tsao (*Pteris multifida* Poiret)	55
Wen-Li Lee, Shough-Peng Lee, Kan-Shu Chen, Rong-Quey Lin, Tsung-Dao Liou, Ting-Eni Dai, and Jen-Ping Chung	Genetic Relationships of *Dendrobium* (Orchidaceae) Species Based on Chloroplast-matK Gene Sequences	61

Number 2

Research Reports

Shyi-Kuan Ou, Ming-Hui Liu, Jau-Yeuh Wang, Chia-Wei Song, and Ming-Te Lu	Control of Mealy Breakdown Caused by Cold Injury in 'SpringHoney' Peach	73
Yi-Chung Chiu and Chin-Ling Wang	Evaluation of Borax Bait for Control of Red Imported Fire Ant, *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae)	84
Yi-Chen Lin, Chun-Tang Lu, Meng-Li Wei, and Hsiu-Ying Lu	Leucine-rich Repeat (LRR) Distribution and Amino Acid Composition in Protein Sequences of Genes with Resistance to Bacterial Blight (*Xanthomonas oryzae*) of Rice	93
Shwu-Jene Tsai and and Tsung-Yen Wu	Effects of Yeast Strains and Distillation on Nutritional Composition of Rice Dregs	106
Yuh-Jyuan Lee and Chwen-Ming Yang	Seasonal Changes of Growth and Leaf Perillaldehyde in *Perilla frutescens* (L.) Britton	114
Guang-Jauh Shieh	Diallel Analysis on the Yield and Agronomic Characters of Purple-Glutinous Maize (*Zea mays* L.)	125
Jih-Zu Yu and Bing-Huei Chen	Acaricidal Efficacy of Three Vegetable Oils on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)	136

Research Note

Chi-Ling Chen, Yun-Ham Su, Chia-Jen Liu, and Yahn-Chir Lee	Effect of Night Illumination on Growth and Yield of Soybean	146

Number 3

Research Reports

Meng-Li Wei, Yi-Han Chung, Chun-Tang Lu, and Hsiu-Ying Lu	Synonymous Condon Usage Bias in Rice Genes with Resistance to Bacterial Blight (*Xanthomonas oryza*)	155
Tsang-Sen Liu, Tsung-Ren Peng, Sheng-Hong Wu, Chia-Hua Fan, and Yu-Wen Lin	Certification of Organic Vegetable by Analyzing the Nitrogen Isotope Composition of Plant: a Preliminary Evaluation	169
Jin-Hsing Huang, Chun-Wei Chen, and Junn-Feng Su	Propagation, Inoculation and Preservation of *Podosphaera xanthii* Caused Muskmelon Powdery Mildew	176
Jyh-Nong Tsai, Pao-Jen Ann, Ien-Tien Wang, Shin-Yuan Wang, and Chyung-Yue Hu	Control of Phytophthora Late Blight of Potato and Tomato with Neutralized Phosphorous Acid	185
Ying-Huey Cheng, Chin-Chih Chen, Jye-Yann Liao, Ting-Chin Deng, and Chin-An Chang	Isolation and Identification of *Pepper Veinal Mottle Virus* on Lisianthus	196
Jer-Way Chang, Chung-Ruey Yen, Hsin-Tszu Hsu, Wan-Ling Wang, Wu-Hsiung Tsai, Yung-Hsiung Cheng, and Chao-Chi Ho	A New Variety of Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) 'Tainung No.3 Rose Red'	208
Charng-Pei Li, Hsin-Mei Ku, Tzer-Kuan Hu, Chyr-Guan Chern, Ming-Hsing Lai, Ching-Shan Tseng, Jen-Ren Chen, and Tung-Hi Tseng	Construction of Introgression Lines from Wild Rice (*Oryza australiensis* Domin) and Assessment of Yield-Related Traits	219

Research Note

Ting-En Dai and Chou-Tou Shii	The Effects of ABA, Fluridone and Sucrose on the Scale Leaves Morphogenesis of Longiflorum Type and Intra-hybrid Lilies	234

Number 4

Research Reports

Wen-Li Lee, Kuo-Dung Chiou, and I-Szu Weng	Study on Genetic Variations of Mango (*Mangifera indica* L.) Germplasm	243
Chin-Yi Tsao, Cheng-Zhi Xu, Fu-Shin Chueh, Uei-Chern Chen, and Chi-Ni Hsia	Genetic Diversity Analysis of *Bletilla* Species Using RAPD Technique	254
Jih-Zu Yu	Aphicidal Efficacy of Emulsified Soybean Oil Against *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae)	265
Pai-Chi Syue, Chia-Hui Tang, Ching-San Kuan, and Tan-Cha Lee	Studies on Internal Browning of 'TN 17' Pineapple Fruits [*Ananas comosus* (L.) Merr.] under Different Storage Temperatures	273
Lung-Che Chen, Jeng-Chung Lo, Rong-Kuen Chen, Yi-Shin Chen, Shou-Horng Huang, and Ching-Huan Cheng	Development of Aromatic Rice Variety Tainung 74	283
Chi-Ni Hsia, Jian-Tan Huang, Uei-Chern Chen, Chin-Yi Tsao, Shu-Hui Liang, and Shin-Sheng Tsay	*In Vitro* Induction of Polyploidy from Rhizomes of *Anoectochilus formosanus*	302

Research Notes

Jen-Ren Chen, Hsin-Mei Ku, Jau-Yeuh Wang, and Min-Tze Wu	Exploitation and Characterization of EST-Derived Microsatellite Markers in Watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai]	310
Ien-Chie Wen, Ching-Yi Chang, and Yu-Hua Liu	The Selection of Flowering Mei (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) 'Tainung No.1'	316

台 灣 農 業 研 究

作者索引

Robert E. Paull	1
王子慶	55
王姻婷	185
王昭月	73, 310
王婉伶	208
王清玲	84
王馨媛	185
古新梅	219, 310
安寶貞	185
何昭吉	208
余志儒	136, 265
利幸真	7
吳宗諺	7, 106
吳明哲	310
吳昇鴻	169
呂秀英	93, 155
呂椿棠	93, 155
宋家瑋	73
李文立	61, 243
李長沛	209
李後易	55
李堂察	273
李啟陽	17
李裕娟	45, 114
李碩朋	61
李艷琪	146
官青杉	273
林奕承	93
林毓雯	169
林榮貴	61
邱一中	84
邱采新	7
邱國棟	243
姚美吉	17
胡澤寬	219
胡瓊月	185
范家華	169
唐佳惠	273
夏奇鋌	254, 302
徐信次	208
翁一司	243
張哲瑋	208
張清安	196
張靜誼	316
曹進義	254, 302
梁淑惠	302
許圳塗	234
許絨誌	254
陳一心	283
陳甘澍	61
陳治官	219
陳金枝	196
陳威臣	254, 302
陳炳輝	136
陳哲仁	219, 310
陳純葳	176
陳琦玲	146
陳隆澤	283
陳榮坤	283
陸明德	73
彭宗仁	169
曾東海	219
曾清山	219
曾富生	31

程永雄	208
黃守宏	283
黃健覃	302
黃晉興	176
黃肇家	1
楊季清	55
楊純明	45, 114
溫英杰	316
路光暉	17
廖吉彥	196
劉玉花	316
劉明憓	73
劉政道	61
劉紹國	31
劉滄棽	169
劉嘉仁	146
歐錫坤	73
蔡志濃	185
蔡武雄	208
蔡淑珍	7, 106
蔡新聲	302
鄭清煥	283
鄭櫻慧	196
鄧汀欽	196
蕭巧玲	45
賴明信	219
戴廷恩	61, 234
薛百祺	273
謝光照	31, 125
鍾仁彬	61
鍾依涵	155
闕甫伈	254
顏昌瑞	208
魏夢麗	93, 155
羅正宗	283
蘇俊峰	176
蘇雲翰	146

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

Authors Index

Ann, Pao-Jen	185
Chang, Chin-An	196
Chang, Ching-Yi	316
Chang, Jer-Way	208
Chen, Bing-Huei	136
Chen, Chi-Ling	146
Chen, Chin-Chih	196
Chen, Chun-Wei	176
Chen, Jen-Ren	219, 310
Chen, Kan-Shu	61
Chen, Lung-Che	283
Chen, Rong-Kuen	283
Chen, Uei-Chern	254, 302
Chen, Yi-Shin	283
Cheng, Ching-Huan	283
Cheng, Ying-Huey	196
Cheng, Yung-Hsiung	208
Chern, Chyr-Guan	219
Chiou, Kuo-Dung	243
Chiu, Tsai-Hsin	7
Chiu, Yi-Chung	84
Chueh, Fu-Shin	254
Chung, Jen-Ping	61
Chung, Yi-Han	155
Dai, Ting-En	61, 234
Deng, Ting-Chin	196
Fan, Chia-Hua	169
Ho, Chao-Chi	208
Hsia, Chi-Ni	254, 302
Hsiao, Chiao-Ling	45
Hsu, Hsin-Tszu	208
Hu, Chyung-Yue	185
Hu, Tzer-Kuan	219
Huang, Chao-Chia	1
Huang, Jian-Tan	302
Huang, Jin-Hsing	176
Huang, Shou-Horng	283
Ku, Hsin-Mei	219, 310
Kuan, Ching-San	273
Lai, Ming-Hsing	219
Lee, Chi-Yang	17
Lee, Hou-I	55
Lee, Hsin-Chen	7
Lee, Shough-Peng	61
Lee, Tan-Cha	273
Lee, Wen-Li	61, 243
Lee, Yahn-Chir	146
Lee, Yuh-Jyuan	45, 114
Li, Charng-Pei	219
Liang, Shu-Hui	302
Liao, Jye-Yann	196
Lin, Rong-Quey	61
Lin, Yi-Chen	93
Lin, Yu-Wen	169
Liou, Tsung-Dao	61
Liu, Chia-Jen	146
Liu, Ming-Hui	73
Liu, Shao-Kuo	31

Liu, Tsang-Sen 169
Liu, Yu-Hua 316
Lo, Jeng-Chung 283
Lu, Chun-Tang 93, 155
Lu, Hsiu-Ying 155
Lu, Hsiu-Ying 93
Lu, Kuang-Hui 17
Lu, Ming-Te 73
Ou, Shyi-Kuan 73
Peng, Tsung-Ren 169
Robert E. Paull 1
Shieh, Guang-Jauh 31, 125
Shii, Chou-Tou 234
Songand, Chia-Wei 73
Su, Junn-Feng 176
Su, Yun-Ham 146
Syue, Pai-Chi 273
Tang, Chia-Hui 273
Thseng, Fu-Sheng 31
Tsai, Jyh-Nong 185
Tsai, Shwu-Jene 7, 106
Tsai, Wu-Hsiung 208
Tsao, Chin-Yi 254, 302
Tsay, Shin-Sheng 302
Tseng, Ching-Shan 219
Tseng, Tung-Hi 219
Wang, Chin-Ling 84
Wang, Ien-Tien 185
Wang, Jau-Yeuh 73, 310
Wang, Shin-Yuan 185
Wang, Tzu-Ching 55
Wang, Wan-Ling 208
Wei, Meng-Li 93, 155
Wen, Ien-Chie 316
Weng, Szu 243
Wu, Min-Tze 310
Wu, Sheng-Hong 169
Wu, Tsung-Yen 7, 106
Xu, Cheng-Zhi 254
Yang, Chi-Ching 55
Yang, Chwen-Ming 45, 114
Yao, Me-Chi 17
Yen, Chung-Ruey 208
Yu, Jih-Zu 136, 265

台 灣 農 業 研 究

關鍵詞索引

Xa 基因	93, 155
一般組合力	31
乙烯	1
二點葉蟎	136
入侵紅火蟻	84
大豆	146
大豆油	265
井邊草	55
介面活性劑 HLB 值	136
分子標誌	254, 310
文心蘭切花	1
水稻 (台農 71 號)	45
水稻	93
台農 3 號	208
甘藷	7
生長	146
生長性狀	114
生產	45
甲基環丙烯	1
白及	254
白粉病菌	176
白葉枯病	93
石斛蘭	61
同義密碼子相對使用度	155
同義密碼子相對使用頻率	155
回交	219
多元線性複迴歸模式	45
多白胺酸重複	93
多酚氧化酶	273
多變數迴歸分析	45
有機及化學肥料	169
有機蔬菜認證	169
百合	234
米	106
米象	17
老化	273
西瓜	310
抗氧化	55
抗氧化活性	7
抗脂質過氧化活性	55
育成	283
育種	208, 316
芒果	243
乳化劑	265
亞磷酸	185
夜間照明	146
油菜油	136
玫瑰紅	208
表現序列標幟	310
金線連	302
保存	176
洋桔梗	196
流式細胞儀	302
秋水仙素	302
胚拯救培養	219
苯丙氨酸解氨酶	273
香米	283
倍數體	302
栽培季節	114
栽培稻	219
氣候 (象) 變因	45
病害防治	185
粉斑螟蛾	17
粉質劣變	73
荔枝	208
酒粕	106
馬鈴薯	185
胺基酸組成及屬性	93

基因 61
接種 176
晚疫病 185
梅花 316
甜瓜 176
產量 146
產量性狀 219
組合力 125
逢機擴大多型性 DNA 243, 254
野生稻 219
寒害 73, 273
棕櫚油 136
棉蚜 265
氮同位素 169
番茄 185
番椒葉脈斑駁病毒 196
發酵 106
紫蘇 114
貯藏壽命 73
超甜玉米 31
進口米 17
間歇增溫 73
集群分析 155
黑糯玉米 125
微體培養 302
椰子油 136
溫度 1
溫帶型 31
硼砂 84
葉片紫蘇醛 114
葉綠體 61
過氧化物酶 273
對應分析 155
種子生產量 114
種間雜交 219
腐食酪蟎 17
蒸餾 106
酵母菌 106
餌劑 84
熱水萃取 7
熱帶型 31
蔗糖 234
劑量 1
導入系統 219
親緣分析 61, 254
遺傳 61
遺傳變異 243
檢疫害蟲 17
營養組成 106
繁殖 176
鮮果穗重 125
簡單重複序列 310
離層酸 234
離層酸合成抑制劑 234
雜種優勢 31
鱗片葉 234
觀賞樹木 316
稉稻 283

JOURNAL
OF
TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

Keywords Index

1-MCP	1
ABA	234
Amino acids	93
Anoectochilus formosanus	302
Ant bait	84
Anti-lipid peroxidation activity	55
Antioxidant	55
Antioxidant activity	7
Aphis gossypii	265
Aromatic rice	283
Backcross	219
Bacterial blight	93
Bletilla	254
Borax	84
Breeding	208, 283, 316
Cadra cautella	17
Certification of organic vegetable	169
Chemical composition	106
Chilling injury	273
Chloroplast	61
Citrullus lanatus	310
Climatic variables	45
Cluster analysis	155
Coconut oil	136
Colchicine	302
Cold injury	73
Combining ability	125
Concentration	1
Correspondence analysis	155
Dendrobium	61
Disease control	185
Distillation	106
Ear fresh weight	125
Embryo rescue culture	219
Emulsifier	265
Ethylene	1
Expressed sequence tag	310
Fermentation	106
Flow cytometry	302
Flowering Mei	316
Fluridone	234
General combining ability	31
Genetic diversity	254
Genetic relationships	61
Genetic variation	243
Glycine max	146
Growing season	114
Growth	146
Growth trait	114
Heterotic pattern	31
HLB-value of surfactant	136
Hot water extraction	7
Imported rice	17
Inoculation	176
Intermitted warming	73
Interspecific hybridization	219
Introgression lines	219
Ipomoea batatas	7
Japonica rice	283
Leaf perillaldehyde	114
Leucine-rich repeat	93
Lily	234

Lisianthus 196
Litchi 208
Mangifera indica L. 243
Mango 243
matK gene 61
Mealy breakdown 73
Melon 176
Micropropagation 302
Microsatellite 310
Molecular marker 254, 310
Multiple linear regression mode 45
Multivariate regression analysis 45
Night illumination 146
Nitrogen isotope 169
Oncidium cut flower 1
Organic and Chemical fertilizers 169
Ornamental Tree 316
Oryza australiensis 219
Oryza sativa 45, 219
Palm oil 136
Pepper veinal mottle virus 196
Perilla frutescens (L.) 114
Peroxidase 273
Phenylalanine ammonia-lyase 273
Phosphorous acid 185
Phylogenetic analysis 61
Phytophthora late blight 185
Podosphaera xanthii 176
Polyphenol oxidase 273
Polyploidy 302
Potato 185
Powdery mildew 176
Preservation 176
Propagation 176
Pteris multifida Poiret 55
Purple-glutinous maize 125
Quarantine pests 17
RAPD 254
RAPD markers 243
Rapeseed oil 136
Red imported fire ant 84
Relative frequency of synonymous codon 155
Relative synonymous codon usage 155
Rice 45, 93, 106
Rice dregs 106
Rose Red 208
Scale leaf 234
Seed production 114
Senescence 273
Simple sequence repeat 310
Sitophilus oryzae 17
Solenopsis invicta 84
Soybean 146
Soybean oil 265
Storage life 73
Sucrose 234
Super sweet maize 31
Sweet potato 7
Tainung No. 3 208
Temperate 31
Temperature 1
Tetranychus urticae 136
Tomato 185
Tropical 31
Tyrophagus putrescentiae 17
Watermelon 310
Xa genes 93, 155
Xanthomonas oryzae pv. *Oryzae* 93
Yeast 106
Yield 45, 146
Yield related traits 219

「台灣農業研究」稿約

一、 本刊為行政院農業委員會農業試驗所發行之學術性季刊，刊登農業試驗研究相關之研究稿件：

論　　說：由本所邀請專家撰寫。

研究報告：關於農業科學未曾發表之研究報告，按題目、作者、摘要、前言、材料與方法、結果、討論、結論 (一般略去)、誌謝 (可略去)、引用文獻等依序撰寫，圖與表附於其後，全文以不超過 10 印刷頁為原則。

研究簡報：關於農業科學未曾發表之簡短原始研究報告，不須分章節撰寫，但須附中英文摘要，全文以不超過 4 印刷頁為原則。

二、稿件應以中文或英文撰寫。來稿請送原稿及電子檔案各一份 (內各附照片原圖，繪製圖版可附原圖與影印圖片二份)。文稿以 A4 大小之白色紙張 (長 29.6 公分，寬 21 公分) 兩倍行高 (double space) 打字，12 號字體，左邊對齊，版面應上下預留 3 公分，左右 2 公分之空間，並自第二頁起在右下角以阿拉伯數字註明頁數。撰寫時，中文以細明體、英文以 Times New Roman 字體打字；英文字距一格，句距二格。審查接受之稿件，隨文請附紙本文稿一份與電子檔案，以利送審及電腦排版等作業。

三、稿件格式：

題　目： 宜簡短，能充分反應文旨，並附簡題 (Running title) (中文 12 字；英文 6 字以內為原則)。英文題目除介系詞、連接詞等字外，每字第一字母應大寫。題目附小註，說明研究報告編號。

作　者： 作者姓名置中，中文名字間空一格；英文姓名則名在前姓氏在後，作者二人或二人以上時，以 “，” 相隔，最後一人前加 “and” 字樣，其表示方法如 Chen-Seng Huang, Chen-Chang Chen, and Chyr-Guan Chen。每一作者須附小註，以說明所屬機關單位，通訊作者須附電子郵件信箱與傳真機號碼。題目與作者同置第一頁。

摘　要： 不分段落、宜簡潔明確。摘要之前應加作者、年代、題目、期刊、及卷期，摘要之後應附關鍵詞 (Key words)，關鍵詞不超過 5 個，每個英文關鍵詞第一字母應大寫。摘要以不超過 500 字為原則。以中 (英) 文發表者須附英 (中) 文摘要，置於本文之後，且內容須與中 (英) 文摘要相符，並附稿件編號、作者、通訊作者之小註。

本　文： 依序為前言 (INTRODUCTION)、材料與方法 (MATERIALS AND METHODS)、結果 (RESULTS)、討論 (DISCUSSION)、結論 (CONCLUSION)、誌謝 (ACKNOWLEDGEMENTS)、引用文獻 (LITERATURE CITED)。除學名、專有名詞、化學式、數學公式、數字、度量衡單位及縮寫外，文句中不得中外文並用，需使用英 (外) 文以助明瞭時，須將英 (外) 文括號置於中文之後。材料與方法、結果兩部份如有必要須分章節，每一章節內並可再分小章節，以助明瞭文稿內容。章節題目 (heading) 單行置於該章節之前，小章節題目 (subheading) 直接置於小章節之首。

表　格：

1、每一表格應分別繕製，須以 WORD®中 “表格” 工具製作，上方須有標題，並按文中出現順序加上表 **1. (Table 1.)**，表 **2. (Table 2.)** 等冠號。

2、中文稿之表格標題應中英文並列，冠號與表幅齊頭，表內項目及內容以英文書寫。英文標題及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，餘均小寫。

3、表格應加分析、簡化與歸納後始可列表。每一表格應在文中標示清楚，以便對照。

4、表中內容如需說明，均須附加小註，以 z, y, x,…等縮小小寫字母置於右上角，並於表下依次敘述。表格僅列橫線。

5、性質類同之圖與表，務請精簡與合併。

圖　　片：

1、手繪圖版以黑色墨水分別繪圖紙或描繪紙（白色透明紙）上。如以電腦繪圖，請以鐳射印表機或同規格之印表機列印，力求清晰。

2、圖中所有標示應以英文書寫（Arial 字型）或註明於標題之後。

3、照片以光面紙為原則，清晰度以縮小 50%可判讀為宜。多幅照片儘量製成併版；如有特別指明，應加圈或箭頭表明。顯微照相，應加比例尺大小；照片大小以不超過版面（25 cm × 18 cm）為宜。

4、圖版及照片下方應有標題，並按文中出現的順序加上**圖 1. (Fig. 1.)**、**圖 2. (Fig. 2.)** 等冠號，在文中須標示清楚，以便對照。中文稿標題應中英文併列，力求明確。

5、除併圖外，每一圖片應單頁製作。

6、照片、圖片背面應註上冠號及作者姓名，以免排印錯誤。

誌　　謝：不分段落，包括人物、經費來源等。誌謝可略去。

引用文獻：

1、列舉確實曾引用之文獻。文獻以登載於學術性期刊、書籍、研討會之文章及學位論文為限。文中涉及引用文獻時，根據該文獻的作者與年代加以括號：如（Sung 1991）、(Lo 1991, 1992)、(Chen & Ho 1983)、(Sung 1991; Hsu *et al*. 1992)，以年代先後為序置於引用文處。

2、文獻須以英文撰寫，以姓名字母為序。作者相同時以年代先後為序。

3、文獻之書寫方法以期刊為例，依序為作者、年代、題目、期刊、卷期、頁數。

4、期刊名須依該期刊公告之縮寫撰寫；如無者，請參照 Biosciences Information Service (1992) 出版之 "Serial Sources for the BIOSIS Previews Database"或依該學術領域之慣例撰寫。

5、文獻書寫範例如下：

(1) 原中文報告引用文獻出自學術性期刊

Hsu, S. H., T. Y. Chung, T. C. Kuo, and S. F. Wang. 1992. Studies on the micro-climate of greenhouse. I. Light environment of greenhouse. J. Agric. China 157:34–43. (in Chinese with English abstract)

(2) 原中文報告引用文獻出自著作性書籍

Sung, J. M. 1991. Nitrogen metabolism of rice. Chinese Agronomy Press. Taipei. 100 pp. (in Chinese)

(3) 原中文報告引用文獻出自編輯性書籍

Yang, C. M. and C. Y. Lin. 2003. Studies on rice precision farming system. p.1–12. *in*: Rice Precision Farming System. (Yang, C. M. and C. Y. Lin, eds.) Agric. Res. Inst. Pub. No. 105. Taichung. 252 pp. (in Chinese with English abstract)

(4) 原中文報告引用文獻出自研討會專刊

Chang C. A. 2001. Application and extension of virus-free seedling for the control of virus diseases of passionfruit in Taiwan. p.31–38. *in* the Proceeding of Symposium on Application of Healthy Plant for Control of Plant Diseases. Taiwan Phytopathol. Soc. Pub. Taichung. (in Chinese with English abstract)

四、單位、縮寫格式、括號及統計分析

1、凡文中出現之數值，除非另有特別之意義，一律用阿拉伯數字書寫。單位如以英文表示，則用國際公認標準符號（SI units）代替全文，各常用之縮寫單位參照說明如下：

(1)長度：公里（km）、公尺（m）、公分（=厘米) (cm)、公釐（=毫米) (mm)、微米（μm)。

(2)重量 (W)：公斤 (kg)、公克 (g)、毫克 (mg)、μg。

(3)容積 (V)：公升 (L)、公撮 (=毫升) (mL)、μL。

(4)面積：公頃 (ha)、平方公尺 (m^2)、平方公分 (cm^2)。

(5)溫度：攝氏 (℃)、絕對溫度 (K，但須加以說明)。

(6)時間：日 (天) (d)、時 (h)、分 (min)、秒 (s)。

(7)濃度：莫耳 (M)、千分之一莫耳 (mM)、當量 (N)、千分之一當量 (mN)。

(8)重力加速度：*g*。

2、其他之縮寫：平均 (*av*)、大約 (*ca*)、直徑 (diam.)。

3、括號：括號字型全以半形 ( )，括號前後各空一格。

4、統計分析：達顯著性水準以*、**或處理間顯著差異區分，以 a、b、c、…表示者均應加註顯著機率值 *P* (例如 $P < 0.01$)；各統計量請採慣用符號，例如相關係數 (*r*) 、決定係數 (R^2)、變異係數 (cv)、標準差 (sd)、平均值標準差 (se) 等。

5、其他問題：

(1)單位與其前面數值之間應空一格，如 220 g。

(2)數學運算符號與其前後數值之間應各空一格，如 P = 0.014、23.6 ± 3.0、15 × 2。

(3)在±、×或 to 的前後兩數值若是含有單位，請用 23.6% ± 3.0%、15 cm × 2 cm、20℃ to 30℃ (即勿省略前面數值之單位)。

(4)數值起迄符號用– (全型破折號)，勿用~或-，且與前後兩數值之間無須留空格，如 3–6、2005–2007 年、7 月 20–25 日。

(5)年代一律用西元。

五、其他注意事項

1. 生物學名以斜體字表示，屬名第一字母大寫。學名於摘要、本文、每一圖表中第一次出現時，須寫全名，如 *Citrus sinensis*；第二次出現時，屬名保留第一字母後加句點 “.”，種名全寫，如 *C. sinensis*。生物學名於本文中首次出現時應加註命名者。

2. 中文稿件中，外文名詞應儘量翻譯成中文，若是不常見名詞應於文中第一次出現時以括號標出原文。摘要及本文中，英文縮寫於第一次出現時，須附全名。

六、投稿方式

1. 稿件內容務須依照上列規定格式書寫，本期刊編輯委員保有修改與退稿之權利。文稿經本期刊接受後，作者得送含文稿內容之磁片或電子檔案 (IBM 相容電腦之文書管理檔，如 Word 檔或其他) ，並由作者負責前二校。除筆誤與錯字外，作者在校稿時，不得擅自更改內容與數據。

2.審稿程序請上網參閱本期刊「論文審查制度流程」，網址：http://www.tari.gov.tw/。

七、文稿必須是作者本身的著作，且作者為唯一的著作權擁有者，否則因此引發之法律責任將由作者負責。投稿應為未經刊登之文章，亦不得一稿多投。投稿需經所有作者同意。稿件經本期刊接受後，投稿人需繳交「著作權讓與書」，如未提供者，本期刊不予刊登。著作財產權屬農試所所有，非經本所書面同意，不得轉載或移轉他處發表。本期刊有權對文稿進行必要之詞句修改。

八、來稿經編審委員會審查合格後刊登，由本刊印贈抽印本 50 本；彩色頁印刷及抽印本加印費用由投稿人自行負擔。

九、其他未盡事宜本期刊得隨時修正或補充。

台灣農業研究

(原中華農業研究)

第五十八卷　第四期

中華民國九十八年十二月出版

發行人：劉大江
總編輯：呂秀英
主編：吳宜晏　陳盈佑
編審委員：
生技組：吳明哲(主審)
作物組：歐錫坤(主審)
黃肇家　楊純明　施昭彰
農化組：郭鴻裕(主審)
簡宣裕　劉滄棽
植病組：安寶貞(主審)
鄧汀欽
應動組：王清玲(主審)
陳健忠
農工組：蔡致榮(主審)
黃禮棟
種原組：黃勝忠(主審)
農經組：張采蘋(主審)
花卉中心：謝廷芳(主審)
嘉義分所：楊宏仁(主審)
鳳山分所：陳甘澍(主審)
溫宏治

另聘請各大學院校及研究機關相關學者專家擔任審查委員

Vol. 58, No. 4 December, 2009

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

PUBLISHER: Liu, Dah-Jiang

EDITOR IN CHIEF: Lu, Hsiu-Ying

EDITORS:

Wu, Yi-Yan Chen, Ying-You

EDITORIAL BOARD:

Ann, Pao-Jen (Plant Pathology)

Chen, Kan-Shu (Tropical Horticulture)

Hsieh, Ting-Feng (Floriculture)

Ou, Shyi-Kuan (Crop Science)

Tsai, Wu-Hsiung (Subtropical Agriculture)

Wu, Min-Tze (Biotechnology)

Chang, Tsai-Ping (Agriculture Economics)

Guo, Horng-Yuh (Agriculture Chemistry)

Huang, Sheng-Chung (Crop Genetic Resources)

Tsai, Jyh-Rong (Agriculture Engineering)

Wang, Chin-Ling (Applied Zoology)

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Chen, Chien-Chung

Chien, Shiuah-Yuh

Deng, Ting-Chin

Huang, Chao-Chia

Huang, Li-Duhng

Liu, Tsang-Sen

Shih, Jau-Chang

Wen, Hung-Chich

Yang, Chwen-Ming

Yang, Hong-Ren

Reviewers of the related fields are also invited from universities and other research organizations.

誌謝

本學術期刊刊載農業研究成果報告，無論篇幅與內容上，均有明顯之成長與進步，深受國內外農業界支持。謹此，對今年參與本刊稿件評審工作的諸位評審委員（如下列；依姓名筆劃順序），表示誠摯之謝意與感激！

王才義	王自存	王強生
王順成	王慶裕	石正人
朱建鏞	吳天祚	吳明昌
吳俊達	李國譚	李達源
周微茂	林宗岐	林宜般
林順福	林瑞松	邱義源
金石文	柯文雄	胡澤寬
唐立正	夏奇鈮	徐森雄
高景輝	張雅君	郭美華
郭寶錚	陳仁炫	陳文華
陳右人	陳良築	陳京城
陳宗禮	陳健忠	陳凱儀
陳殿義	陳煜焜	陳福旗
曾富生	曾裕秀	游若篍
黃啟鐘	黃鴻章	黃鵬林
楊宏仁	楊純明	溫英杰
葉茂生	葉德銘	鄔宏潘
劉瑞芬	鄧永興	盧虎生
顏志恆	蘇正德	

台灣農業研究第五十八卷第四期

出 版 者：行政院農業委員會農業試驗所

發 行 人：劉大江

總 編 輯：呂秀英

地　　址：41362台中縣霧峰鄉萬豐村中正路189號

網　　址：http://www.tari.gov.tw

電　　話：(04)23302301

出版日期：中華民國九十八年十二月三十一日

定　　價：新臺幣一七五元

展 售 處：五南文化廣場　400台中市中山路6號　(04)22260330

國家書店松江門市　104台北市松江路209號1樓　(02)25180207

國家網路書店　http://www.govbooks.com.tw

承 印 者：學安文化事業有限公司

電　　話：(04)22861600

ISSN 0022-4847

GPN 2009500560

December, 2009

Journal of Taiwan Agricultural Research

(Formerly Journal of Agricultural Research of China)

Vol. 58, No. 4

Research Reports

Study on Genetic Variations of Mango (*Mangifera indica* L.) Germplasm
Wen-Li Lee, Kuo-Dung Chiou, and I-Szu Weng 243

Genetic Diversity Analysis of *Bletilla* Species Using RAPD Technique
Chin-Yi Tsao, Cheng-Zhi Xu, Fu-Shin Chueh, Uei-Chern Chen, and Chi-Ni Hsia........ 254

Aphicidal Efficacy of Emulsified Soybean Oil Against *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae)
Jih-Zu Yu 265

Studies on Internal Browning of 'TN 17' Pineapple Fruits [*Ananas comosus* (L.) Merr.] under Different Storage Temperatures
Pai-Chi Syue, Chia-Hui Tang, Ching-San Kuan, and Tan-Cha Lee 273

Development of Aromatic Rice Variety Tainung 74
Lung-Che Chen, Jeng-Chung Lo, Rong-Kuen Chen, Yi-Shin Chen, Shou-Horng Huang, and Ching-Huan Cheng 283

In Vitro Induction of Polyploidy from Rhizomes of *Anoectochilus formosanus*
Chi-Ni Hsia, Jian-Tan Huang, Uei-Chern Chen, Chin-Yi Tsao, Shu-Hui Liang, and Shin-Sheng Tsay 301

Research Notes

Exploitation and Characterization of EST-Derived Microsatellite Markers in Watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai]
Jen-Ren Chen, Hsin-Mei Ku, Jau-Yeuh Wang, and Min-Tze Wu 310

The Selection of Flowering Mei (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) 'Tainung No.1'
Ien-Chie Wen, Ching-Yi Chang, and Yu-Hua Liu 316

Published by Taiwan Agricultural Research Institute,
Council of Agriculture Taichung, Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第二九八號　中華郵政中臺字第〇三〇九登記為雜誌交寄

ISSN 0022-4847

9 770022 484003

GPN 2009500560

定價：新台幣一七五元